

Антропогенные эффекты воздействия на водные экосистемы Арктики

**Заведующая кафедрой техносферной безопасности МГТУ,
заведующая НИЛ «Экоинжиниринг и мониторинг загрязнений
Арктики», к.т.н. Васильева Жанна Вячеславовна**



АКТУАЛЬНОСТЬ

1. Вопрос защиты окружающей среды Арктики – один из главных инструментов «мягкой силы» и отстаивания своих интересов на международных платформах.
2. Важный регулятор доступа на Арктические территории – вопросы природоохранных норм и стандартов.
3. Вопросы воздействия на окружающую среду становятся главным императивом обоснования любой хозяйственной деятельности в Арктике.

Особое значение приобретает необходимость своевременного и тщательного анализа всех аспектов воздействия на окружающую среду Арктики, создания комплексного опережающего подхода к решению возникающих природоохранных проблем.



Направления работы Арктического совета

Устранение
загрязнения в
Арктике

Программы
арктического
мониторинга и
оценки

Защита
арктической
морской среды

Предупреждение,
готовность и
ликвидация ЧС

Сохранение
арктической
флоры и фауны

Устойчивое
развитие в
Арктике



Основной фокус работ экологического профиля в Мурманском университете

Инновационные технологии
переработки отходов,
защиты природных сред
Арктики, в т.ч. при
разработке месторождений

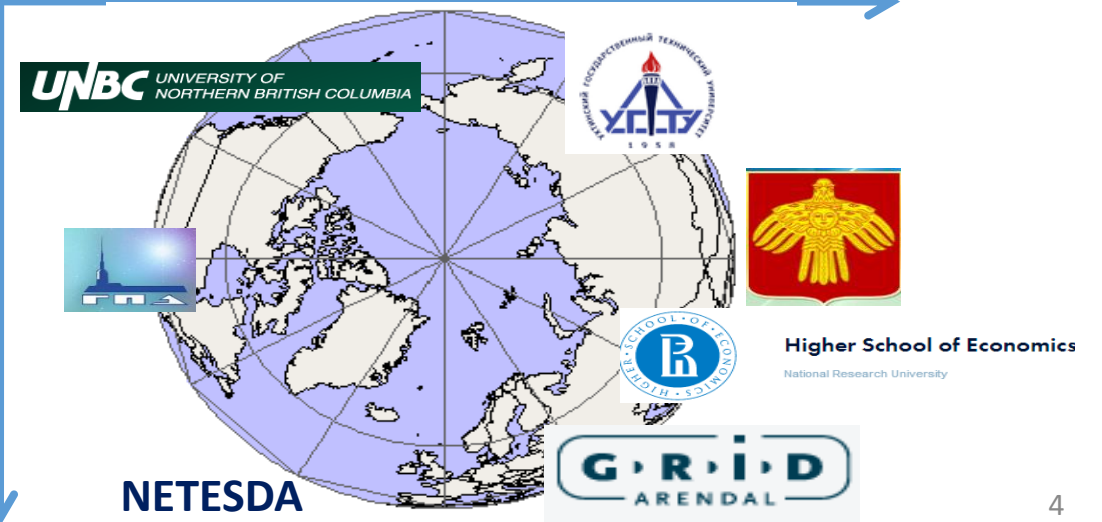
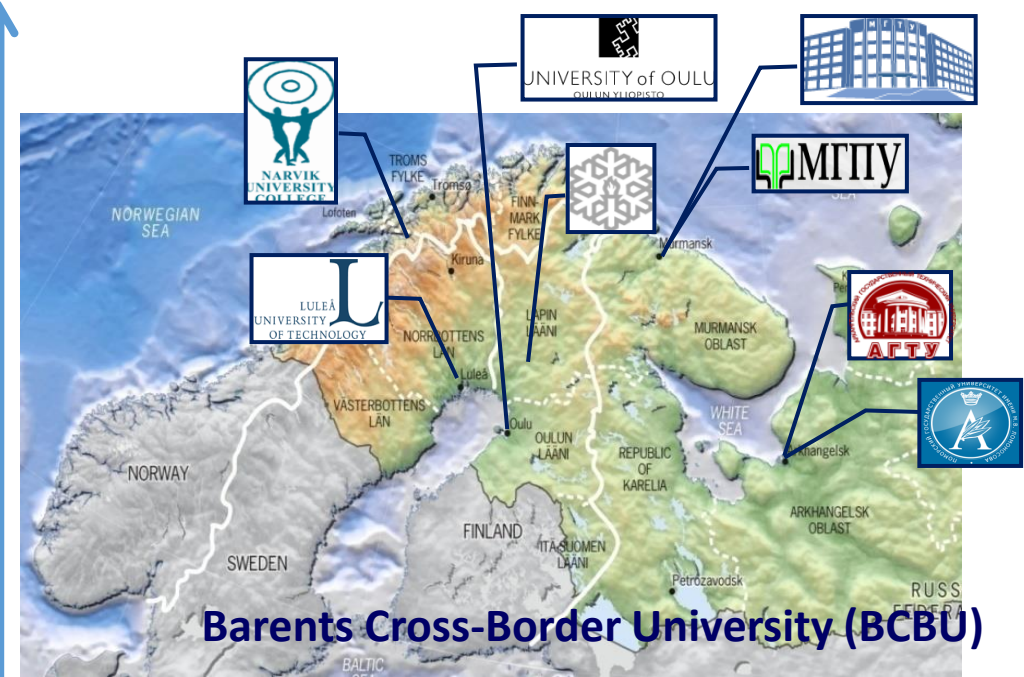
Мониторинг
природной и
антропогенной
среды Арктики

Биопозитивные
технологии защиты
арктической
морской среды

Анализ,
моделирование и
управление
техносферными
рисками

«Зеленое»
строительство в
Арктике,
«устойчивая»
городская среда

Международное сетевое сотрудничество

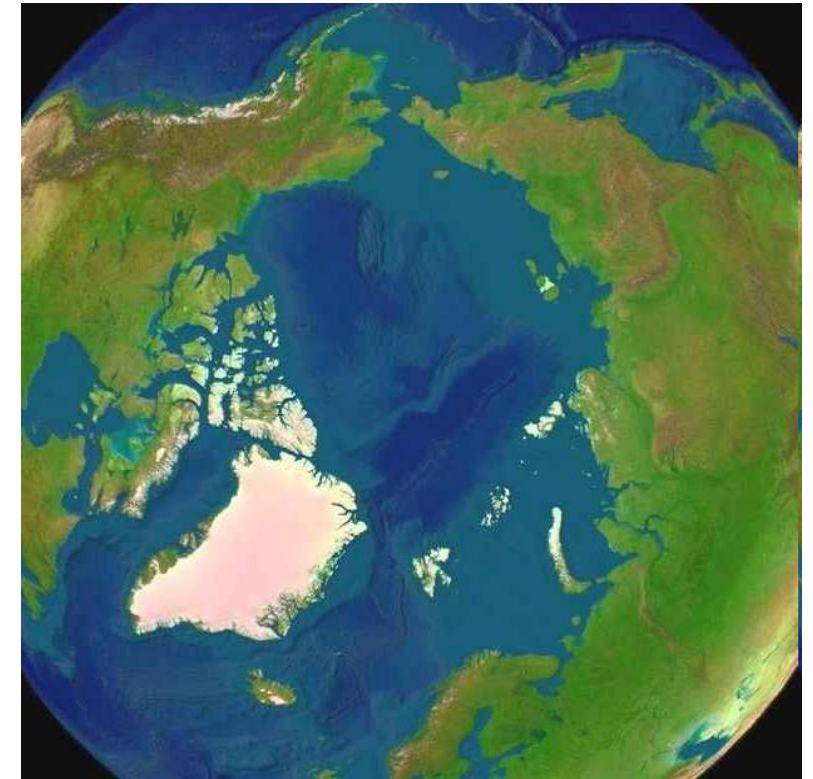


Последние значимые международные проекты экологической направленности

Название проекта	Партнеры
Kolarctic ENPI CBC KO 187 "СЕТИА - прибрежная среда, технологии и инновации в Арктике"	University of Tromsø (Norway), Luleå University of Technology (Sweden), Akvaplan-Niva (Norway), NArFU, ММБИ
Arctic maritime logistics and intermodal sea-land transport connections: risks for the Barents Euro-Arctic Region	Lead Partner: Nord University Centre for High North Logistics; Норвежские и российские организации, САФУ
Arctic Black Carbon: Выбросы чёрного углерода в Арктике	U. S. Environmental Protection Agency, Battelly Memorial Institute, Pacific Northwest Division
"Внедрение методологии "Чистое производство" и аспектов экологически значимого потребления в образовательные программы	Barents Euro Arctic Council, Center for Clean Production and Sustainable Development (Moscow)
Kolarctic ENPI CBC KO1089 "GrAB - зеленое и устойчивое строительство в Арктике"	University of Oulu (Finland), Luleå University of Technology(Sweden), Narvik University College, University of Tromsø (Norway), PetrSU (Russia)

Что называется Арктикой?

- Арктика (от греч. arktikys — северный)- северная полярная область земного шара, включающая окраины материков Евразии и Сев. Америки и почти весь Сев. Ледовитый океан (кроме В. и Ю. Норвежского моря) со всеми его островами (кроме прибрежных островов Норвегии), а также прилегающие части Атлантического и Тихого океанов (БСЭ)
- АРКТИКА, [от греч. arktos — медведица, названия двух северных созвездий] - Северная полярная область земного шара (Словарь Ушакова)
- Арктика - северная полярная область Земли, включающая северные окраины Евразии и Северной Америки (кроме центральной и южной частей полуострова Лабрадор), остров Гренландия (кроме южной части), моря Северного Ледовитого океана (кроме восточной и южной частей Норвежского моря) с островами, а также прилегающие части Атлантического и Тихого океанов (Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года.)

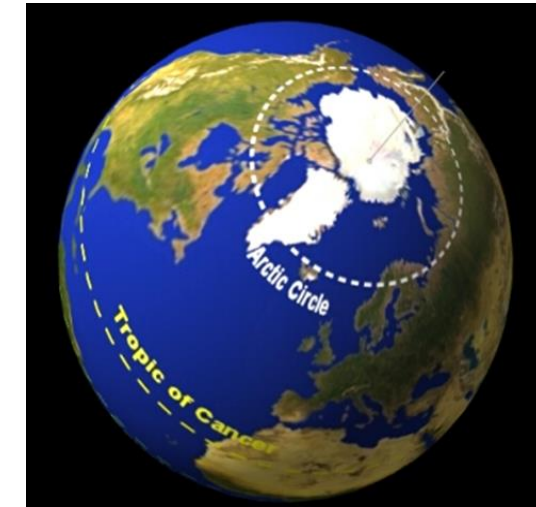


• Арктика – это северная полярная область Земли, включающая Северный Ледовитый океан и его моря: Гренландское, Баренцево, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское и Бофорта, а также море Баффина, залив Фокс-Бейсин, многочисленные проливы и заливы Канадского Арктического архипелага, северные части Тихого и Атлантического океанов; Канадский Арктический архипелаг, Гренландию, Шпицберген, Землю Франца-Иосифа, Новую Землю, Северную Землю, Новосибирские о-ва и о.Врангеля, а также северные побережья материков Евразия и Северная Америка (Энциклопедия Кольера)

Границы Арктики

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ:

- Южная граница Арктики совпадает с южной границей зоны тундры. Площадь около 27 млн кв. км;
- Южная граница Арктики ограничена Северным полярным кругом, находящимся на $66^{\circ}33'$ с. ш., в пределах которого наблюдаются явления полярного дня и полярной ночи. (площадь составляет 21 млн кв. км.)
- Южная граница Арктики связана с положением изотермы наиболее теплого месяца $+10^{\circ}\text{C}$ (за исключением районов со среднегодовой температурой выше 0°C).



Что называется Арктикой?

- В настоящее время на законодательном уровне не определена территория и границы Арктики. В международно-правовой доктрине под Арктикой традиционно понимается часть земного шара, центром которой является Северный географический полюс, а окраинной границей – Северный полярный круг (66°33' северной широты). При этом **отсутствуют международные соглашения, закрепляющие единое общепризнанное понятие «Арктика».**

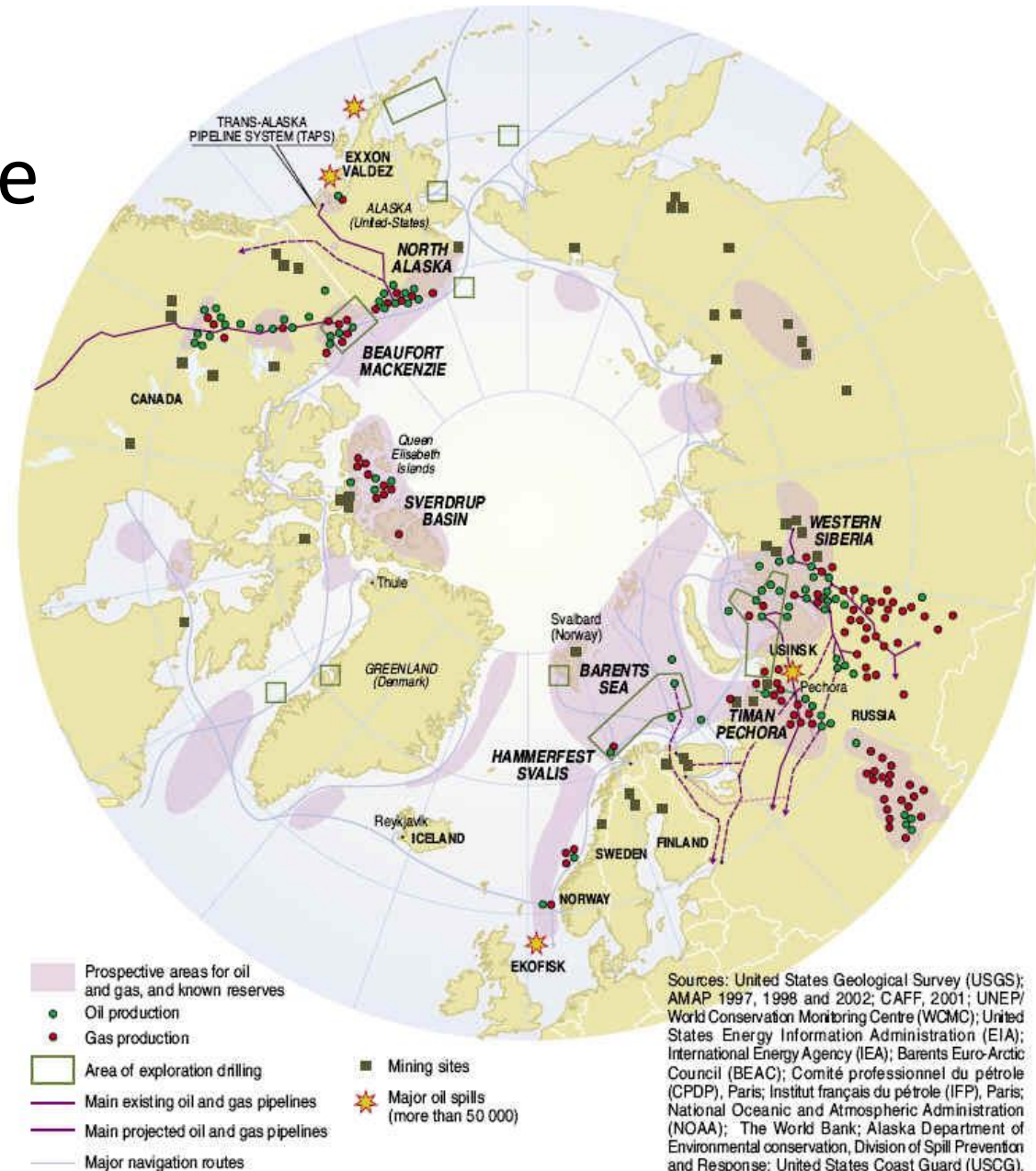


- Какие полярные и приполярные районы включать, а какие не включать в состав Арктики, в значительной степени является предметом соглашения. В Арктическом Совете и ассоциированных с ним рабочих группах и комитетах (CAFF, AMAP, PAME) ее границу проводят по Северному полярному кругу, добавляя лежащие южнее сопредельные воды и побережья Норвежского и Берингова морей, а также Исландию с омывающими ее морями. В данном докладе мы будем придерживаться позиции AMAP – Arctic Monitoring and Assessment Programme (Рабочая группа АС по реализации программы арктического мониторинга и оценки).

Основа освоения Арктики – ресурсное природопользование

- Указ Президента РФ от 26.10.2020 № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года»;
- Указ Президента РФ от 5 марта 2020 г. № 164 "Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года»;
- Постановление Правительства РФ от 30 марта 2021 г. № 484 Об утверждении государственной программы РФ "Социально-экономическое развитие Арктической зоны РФ» и другие...

«Осваивать ресурсы в Арктике порой труднее, чем осваивать космос» (Из заявления академика А.Конторовича, председателя Научного совета РАН по геологии и разработке нефтяных и газовых месторождений на пресс-конференции 6 сентября 2011 г.)



Ресурсный этап освоения Арктики

- Горно-добывающее и обогатительное производство
- Metallургическое производство
- Добыча углеводородного сырья
- Рыбная отрасль
- Судоходство (транспортно-логистическое обеспечение промышленного освоения)



(Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года)

Антропогенные эффекты воздействия

- Химическое, компонентное и радиоактивное загрязнение



- Снижение биоразнообразия экосистем, внесение инвазивных видов



- Эффекты изменения климата



Доклады АМАР, АМАР – Arctic Monitoring and Assessment Programme (Рабочая группа АС по реализации программы арктического мониторинга и оценки)

Химическое загрязнение арктических вод

! Арктические моря и водные источники считаются одними из самых чистых вод на планете (Доклады АМАР, Материалы Высокоширотной арктической экспедиции 2011 года, Экспедиций ММБИ 2017 г. и др.)

! Актуальны: Локальные загрязнения в районах действия промышленных предприятий, центрах хозяйственного освоения

Кейсы:

- Закисление и загрязнение вод в зоне воздействия горно-металлургических комбинатов (кейс Кольской ГМК),
- Загрязнение вод в зоне обогатительных комбинатов переработки фосфорного сырья (кейс ОАО Апатит)



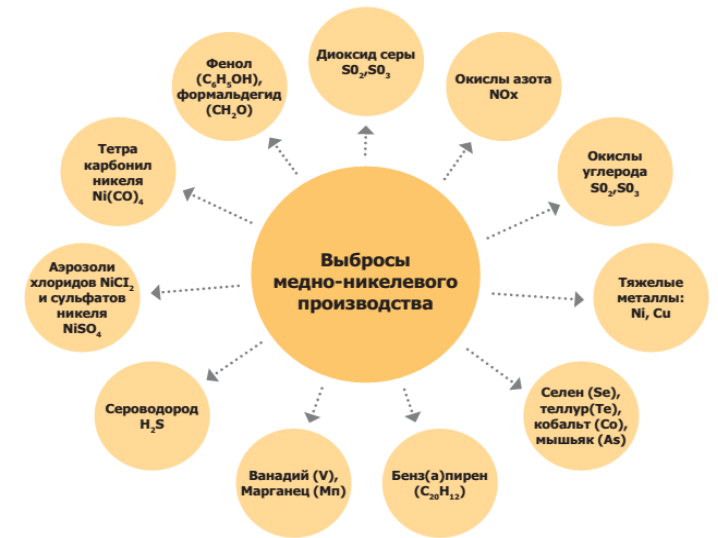
Загрязнение вод в зоне воздействия горно-металлургического комбината Кольская ГМК



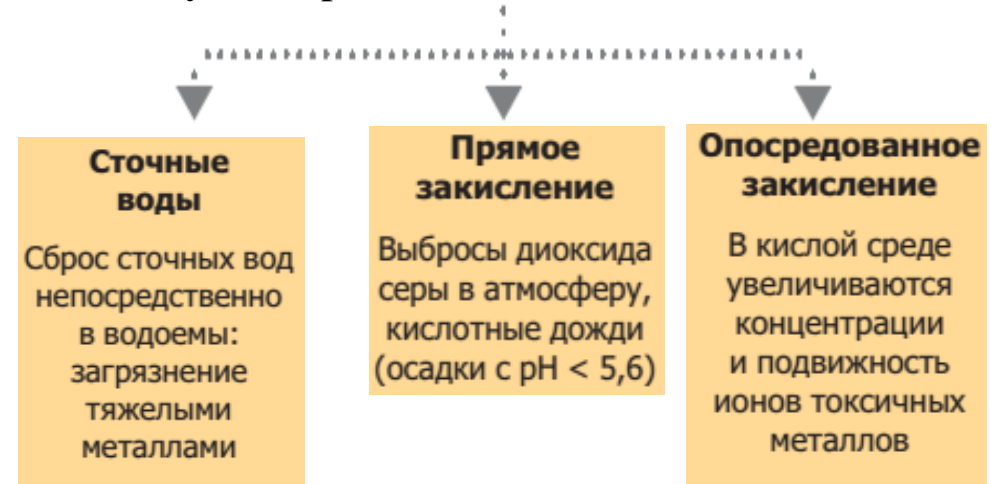
Схема 1. Пирометаллургический способ производства меди



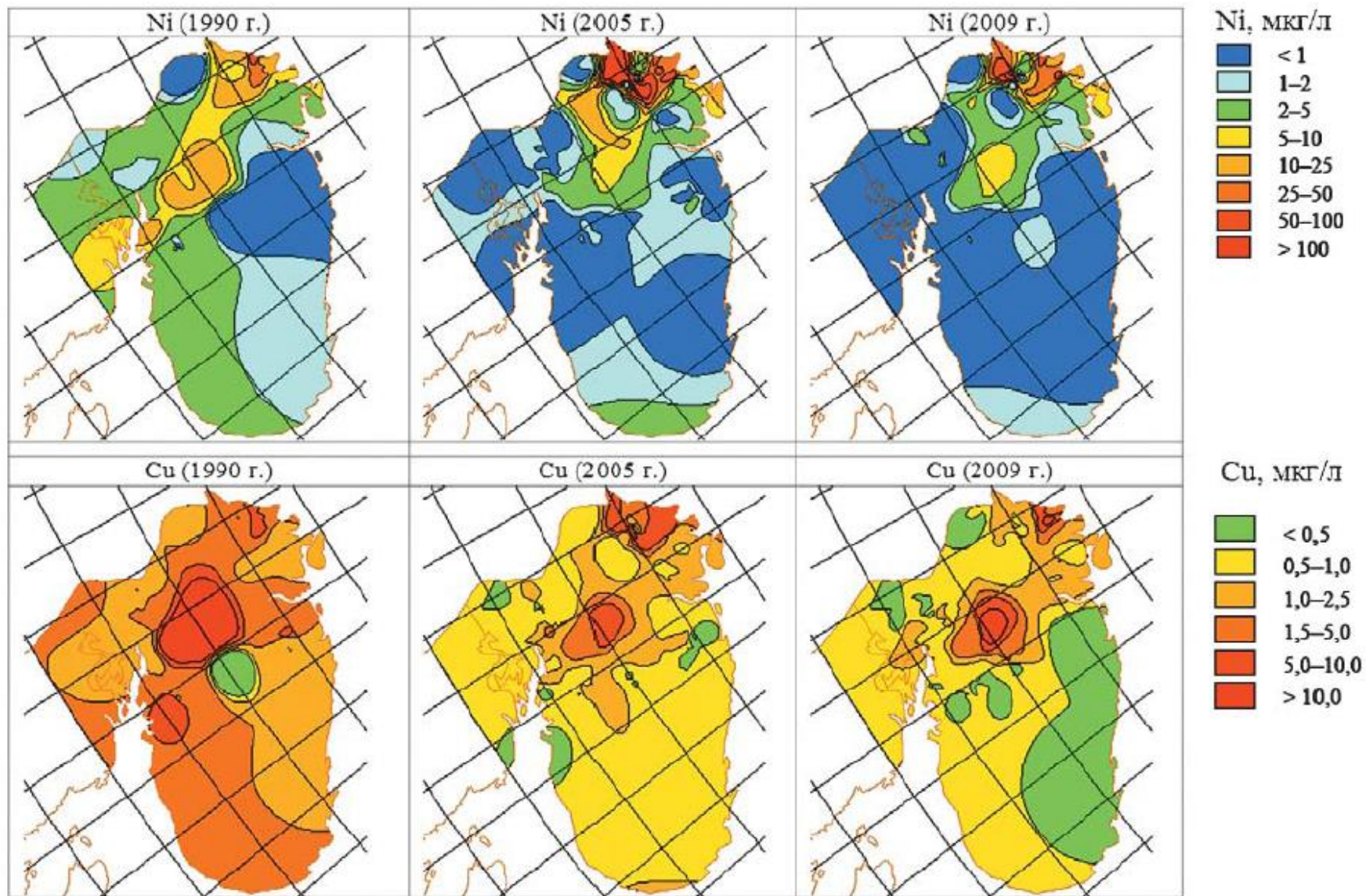
Схема 4. Антропогенное воздействие медно-никелевого производства



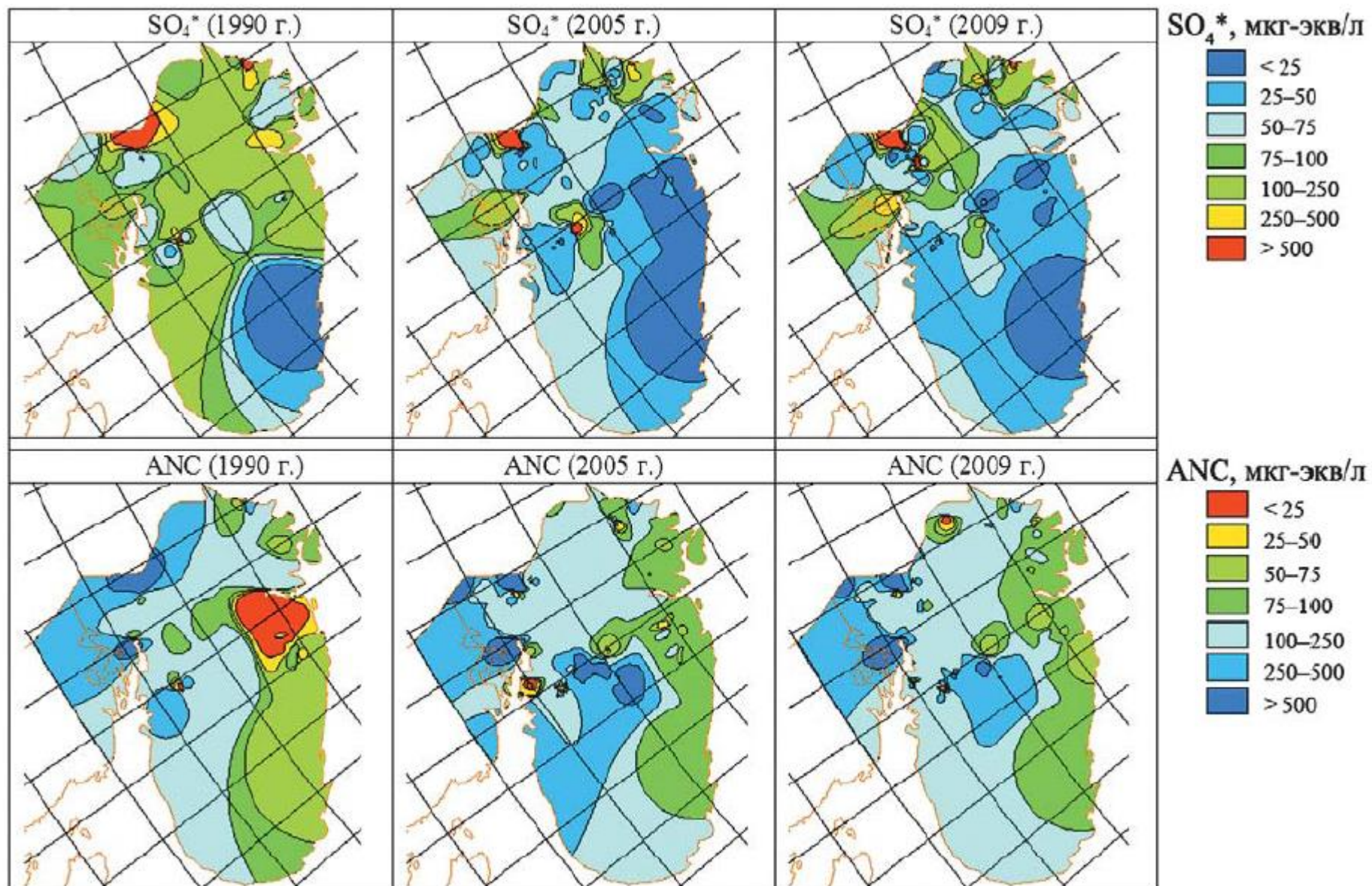
Пути загрязнения водной системы



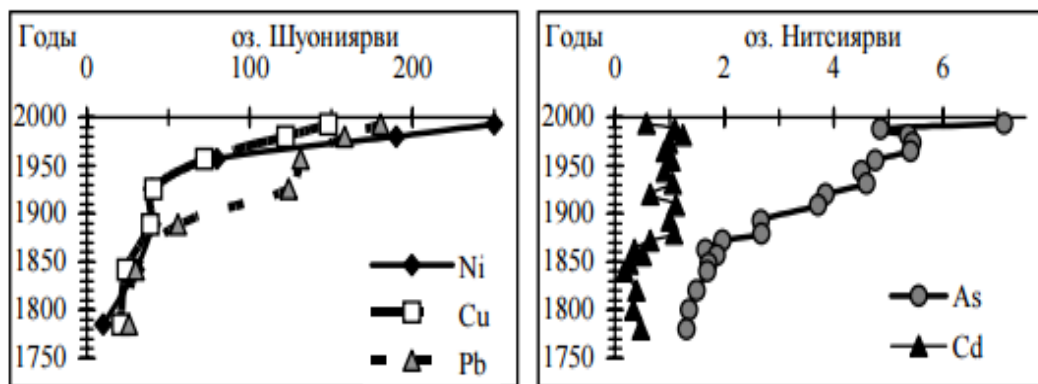
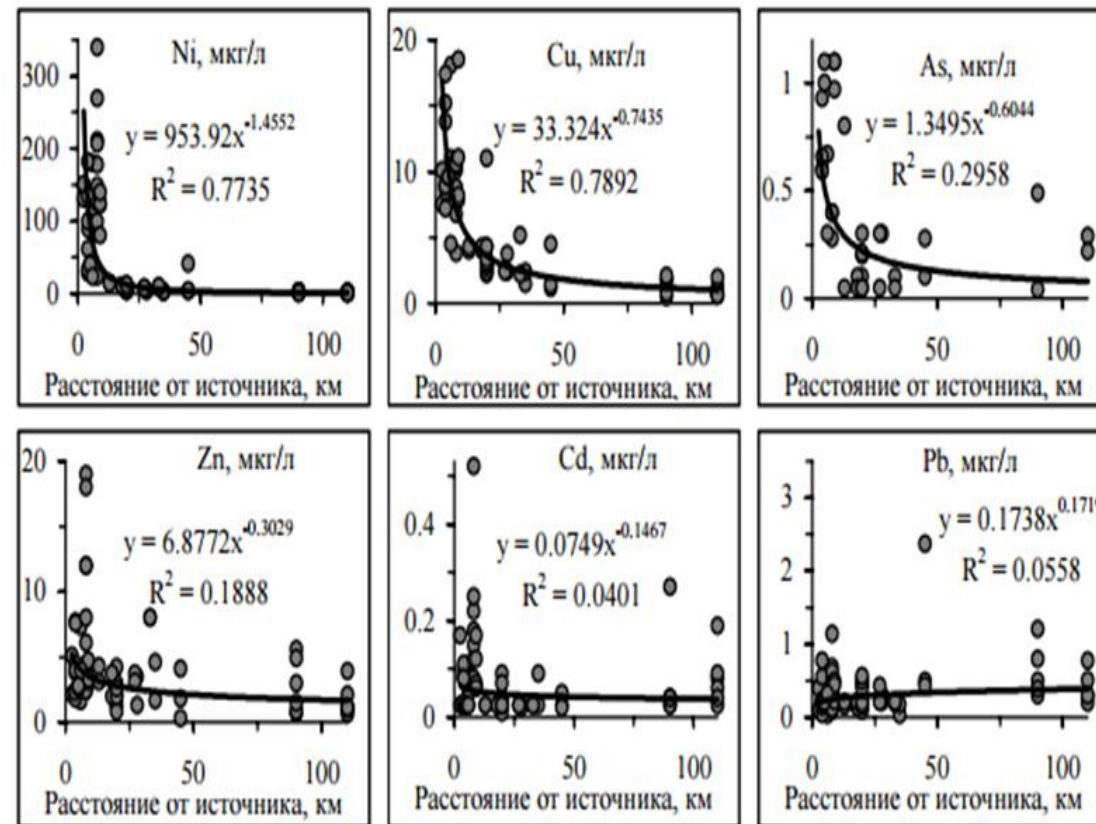
Распределение концентраций никеля и меди в водах озер на территории Мурманской области по годам (1990, 2005, 2009)



Распределение содержания техногенных сульфатов (SO_4 после коррекции на устранение доли сульфатов морского происхождения) и нейтрализующей способности вод (ANC) в водах озер на территории Мурманской области по годам



Загрязнение вод в зоне воздействия горно-металлургического комбината Кольская ГМК



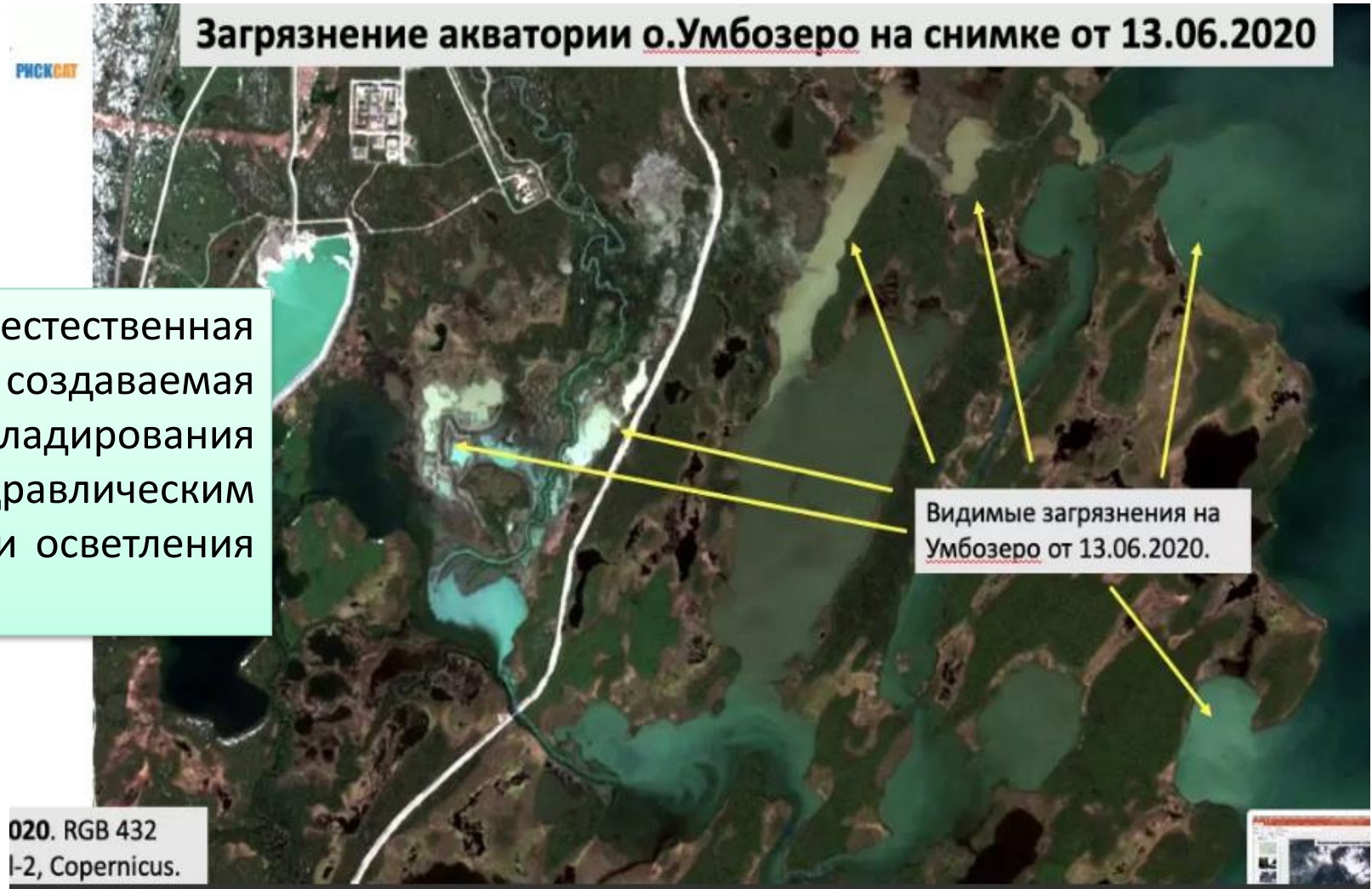
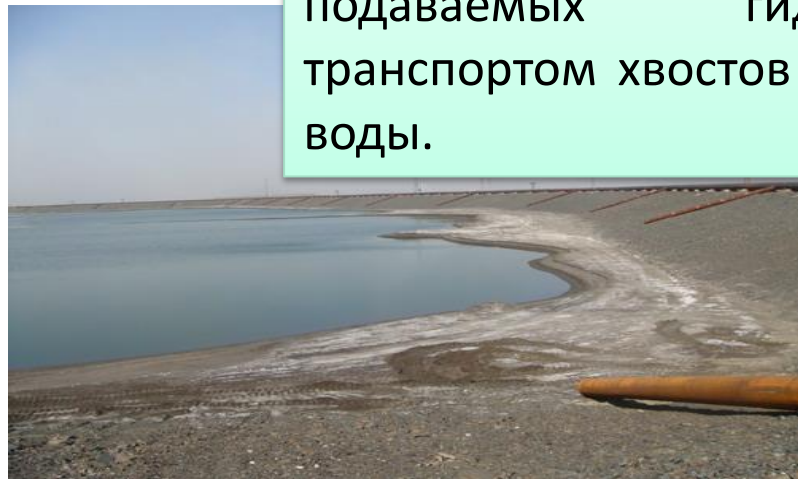
Вертикальное распределение концентраций Ni, Cu, Pb, As и Cd (мкг/г сухого веса) в датированных донных отложениях оз. Шуониярви (20 км юго-западнее комбината) и оз. Нитсиярви (90 км юго-западнее комбината)

Распределение концентраций основных загрязняющих элементов (мкг/л) в воде исследуемых озер по мере удаления от комбината

Загрязнение вод в зоне воздействия ОАО Апатит (Кольский полуостров)



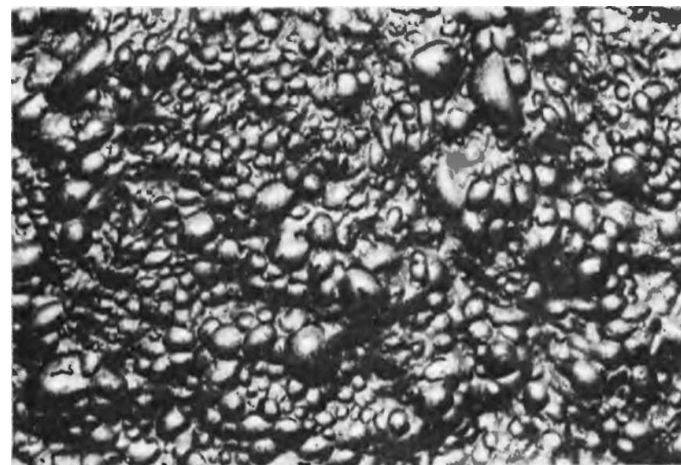
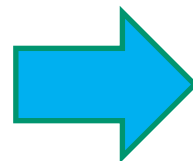
Хвостохранилище - естественная или искусственно создаваемая емкость для складирования подаваемых гидравлическим транспортом хвостов и осветления воды.



020. RGB 432
I-2, Copernicus.



Обогащение



Пузырьки концентрата на поверхности **флотационного бака**



Сброс в хвостохранилище

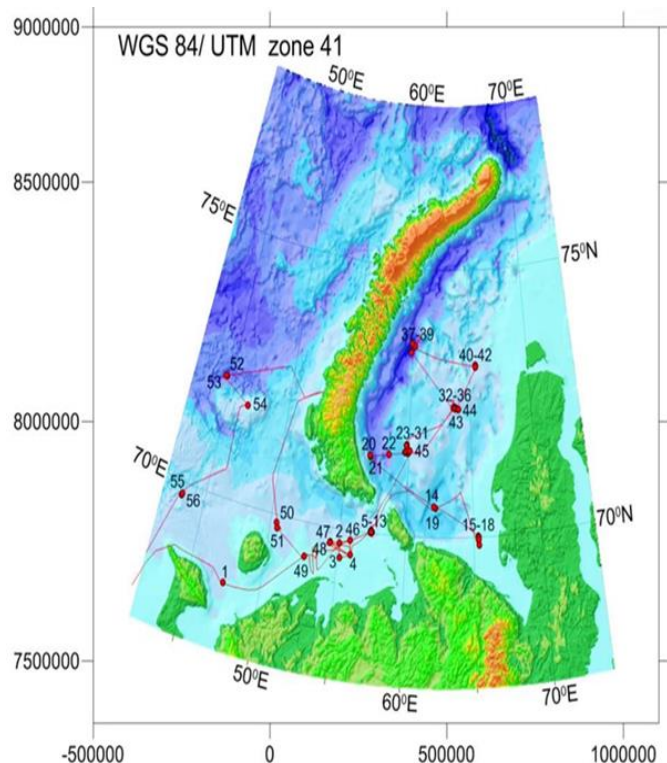


Фильтрация

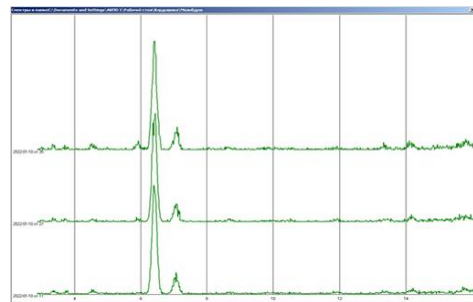


Пыление

Мониторинг морских донных отложений Баренцева и Карского морей (Мурманский ГТУ совместно с Кольским НЦ РАН, ПИНРО)



Местоположение станций рейса НИС “Академик Николай Страхов” в Баренцевом и Карском морях. 1-56 – номера станций проведения исследований



Имя файла	Ti	Mn	Fe	Co	Cu	Zn	Pb	Sr	Zr
2022-01-10 ст 11	0.356	0.0353	3.658	3.614e-003	0.00	7.042e-003	0.00	9.617e-003	9.002e-003
2022-01-10 ст 27	0.291	0.0612	2.430	3.427e-003	0.00	0.011	2.641e-003	8.391e-003	7.724e-003
2022-01-10 ст 35	0.362	0.1292	2.359	3.391e-003	3.022e-003	0.011	3.746e-004	0.013	9.488e-003

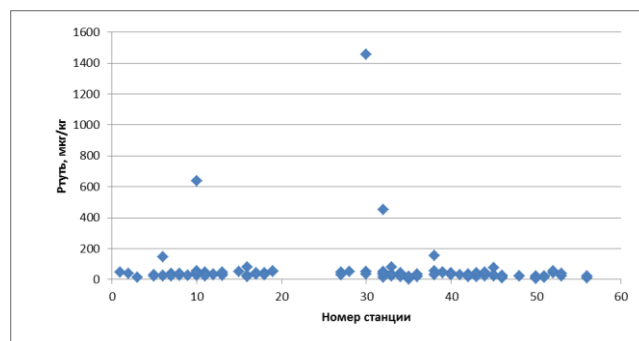
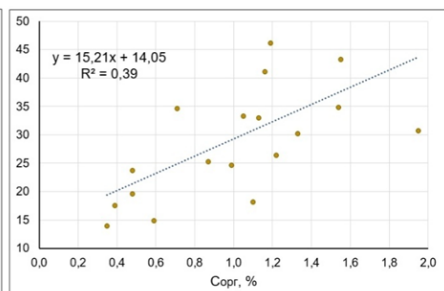
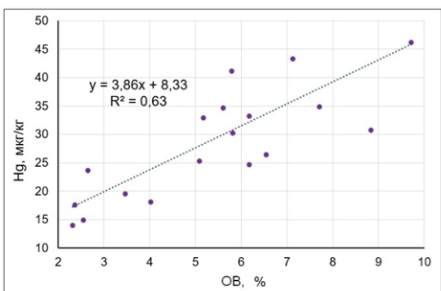


Таблица 1 - Точки отбора донного грунта на станциях исследований в 41 рейсе НИС “Академик Николай Страхов”. (Время московское: UTC + 3 часа)

№	№ станции	дата	время	координаты		Глубина м	Отбор донного грунта
				Широта	Долгота		
1	ANS41-St-01	27.06.19	20:10	68°22.986'N	47°28.255'E	52	дочерпATEлем
	ANS41-St-02	29.06.19	10:09	69°40.131'N	55°11.153'E	44	мал. дочерпATEлем
	ANS41-St-03	29.06.19	14:03	69°24.091'N	55°15.081'E	32	мал. дочерпATEлем
	ANS41-St-04	29.06.19	22:26	69°28.861'N	56°00.939'E	29	мал. дочерпATEлем
	ANS41-St-05	30.06.19	11:05	69°58.139'N	57°25.147'E	68	дочерпATEлем
	ANS41-St-06	30.06.19	12:22	69°59.121'N	57°23.612'E	58	дочерпATEлем
	ANS41-St-07	30.06.18	13:48	69°58.387'N	57°22.523'E	73	дочерпATEлем
	ANS41-St-08	30.06.19	15:06	69°57.271'N	57°23.033'E	68	дочерпATEлем
	ANS41-St-09	30.06.18	16:32	69°58.144'N	57°28.413'E	68	дочерпATEлем
2	ANS41-St-10	1.07.19	11:07	69°58.853'N	57°25.530'E	75	трубкой Неймиста дочерпATEлем
			11:23	69°58.845'N	57°25.535'E		
1	ANS41-St-11	1.07.19	12:35	69°58.235'N	57°25.610'E	67	дочерпATEлем
	ANS41-St-12	1.07.19	15:14	69°57.384'N	57°29.306'E	73	геол. трубкой
4	ANS41-St-14	2.07.19	20:19	70°29.306'N	62°09.592'E	251	дочерпATEлем
			20:52	70°29.320'N	62°09.609'E		геол. трубкой
5	ANS41-St-15	3.07.19	13:28	69°57.439'N	65°21.819'E	38	дочерпATEлем
	ANS41-St-16	3.07.19	14:26	69°56.733'N	65°23.777'E	38	дочерпATEлем
7	ANS41-St-17	3.07.19	18:19	69°53.657'N	65°23.521'E	37	дочерпATEлем
	ANS41-St-18 (Борозда)	3.07.19	20:14	69°47.774'N	65°24.660'E	37	дочерпATEлем
3	ANS41-St-19	4.07.19	16:15	70°31.101'N	62°03.300'E	224	дочерпATEлем
	ANS41-St-26	7.07.19	13:06	71°32.825'N	59°50.870'E	127	геол. трубкой
7	ANS41-St-27	8.07.19	09:51	71°31.368'N	59°48.3402'E	92	дочерпATEлем
			10:36	71°31.350'N	59°48.207'E	93	геол. трубкой
3	ANS41-St-28	8.07.19	12:33	71°32.934'N	59°55.758'E	90	дочерпATEлем
	ANS41-St-29	8.07.19	14:43	71°38.553'N	59°49.151'E	77	геол. трубкой
3	ANS41-St-30	8.07.19	16:26	71°39.471'N	59°49.250'E	85	дочерпATEлем

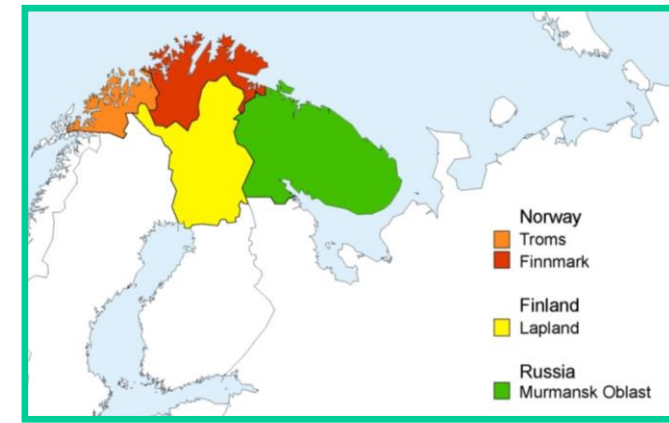


Пример результатов: Связь содержания ртути с содержанием ОВ и Сорг в ДО Баренцева моря

- Анализ элементного состава различных фракций МДО и химического состава.
- Оценка содержания тяжелых металлов в донных отложениях
- Анализ содержания в МДО биологически-активных соединений, включая внеклеточные полимеры и биосурфактанты.
- Оценка биологической активности различных фракций МДО

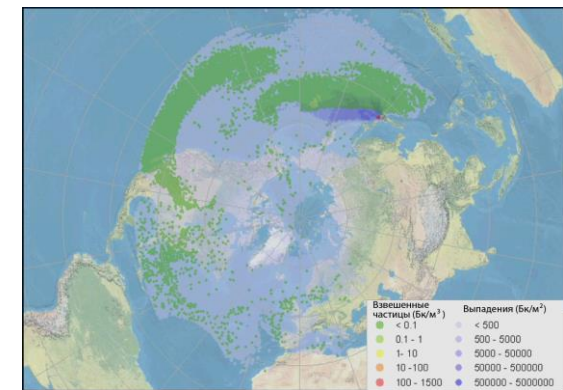
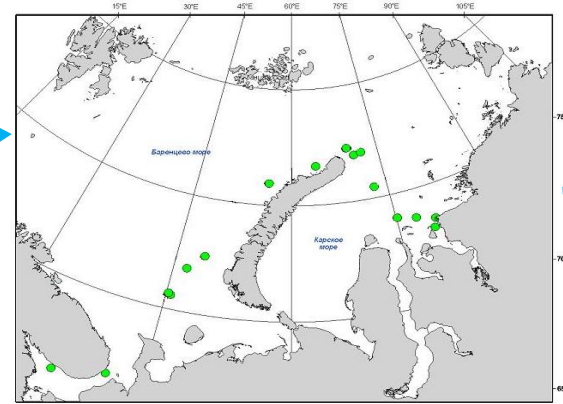
Радиоактивное загрязнение северных морей

(результаты проекта СЕЕРА «Развитие сети сотрудничества по охране окружающей среды и радиационным исследованиям Европейской Арктики», ММБИ)

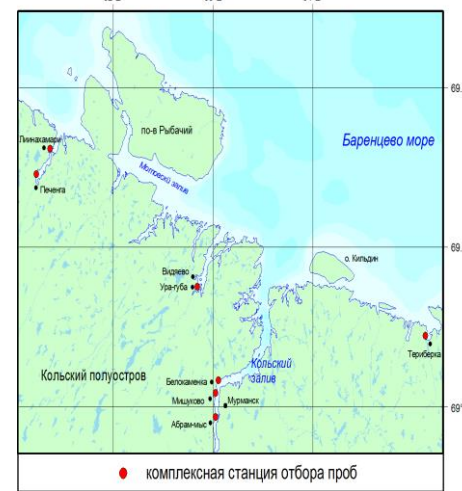
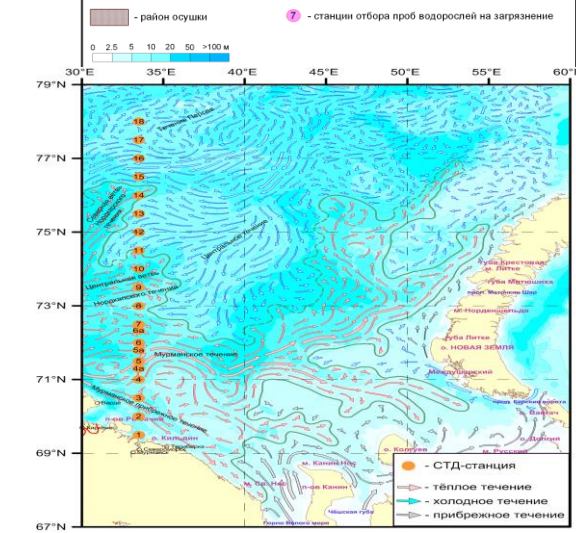
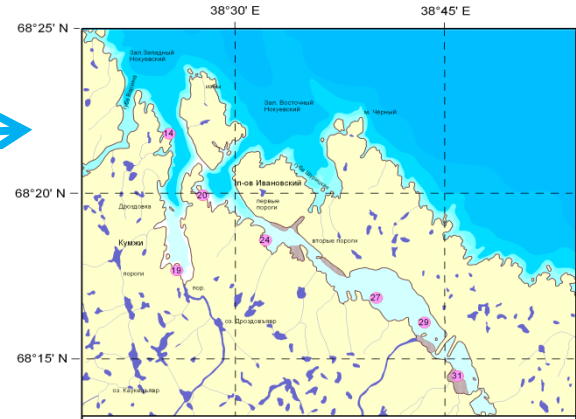


Причины:

- Б. Лопатка
 - М. Лопатка
 - Заозерск
 - Ара-Губа
 - Видево
 - Ура-Губа
 - Сайда Губа
 - Скальный
 - СРЗ «Нерпа»
 - Снежногорск
 - Поларный
 - Рославлов
 - Североморск
 - Мурманск
- военные базы
 - военные верфи
 - места захоронения радиоактивных отходов, отработанного ядерного топлива и реакторов
 - испытания ядерного оружия
 - добыча радиоактивной руды
 - Кольская АЭС
 - атомные ледоколы и лихтеровозы, суда атомного технического обслуживания
 - ядерные взрывы в мирных целях

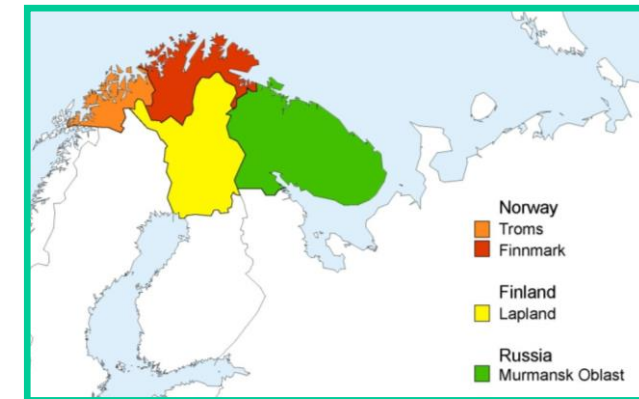


Модельный расчет трансграничного воздушного переноса и плотности выпадения пылевых частиц от АЭС «Фукусима-1»



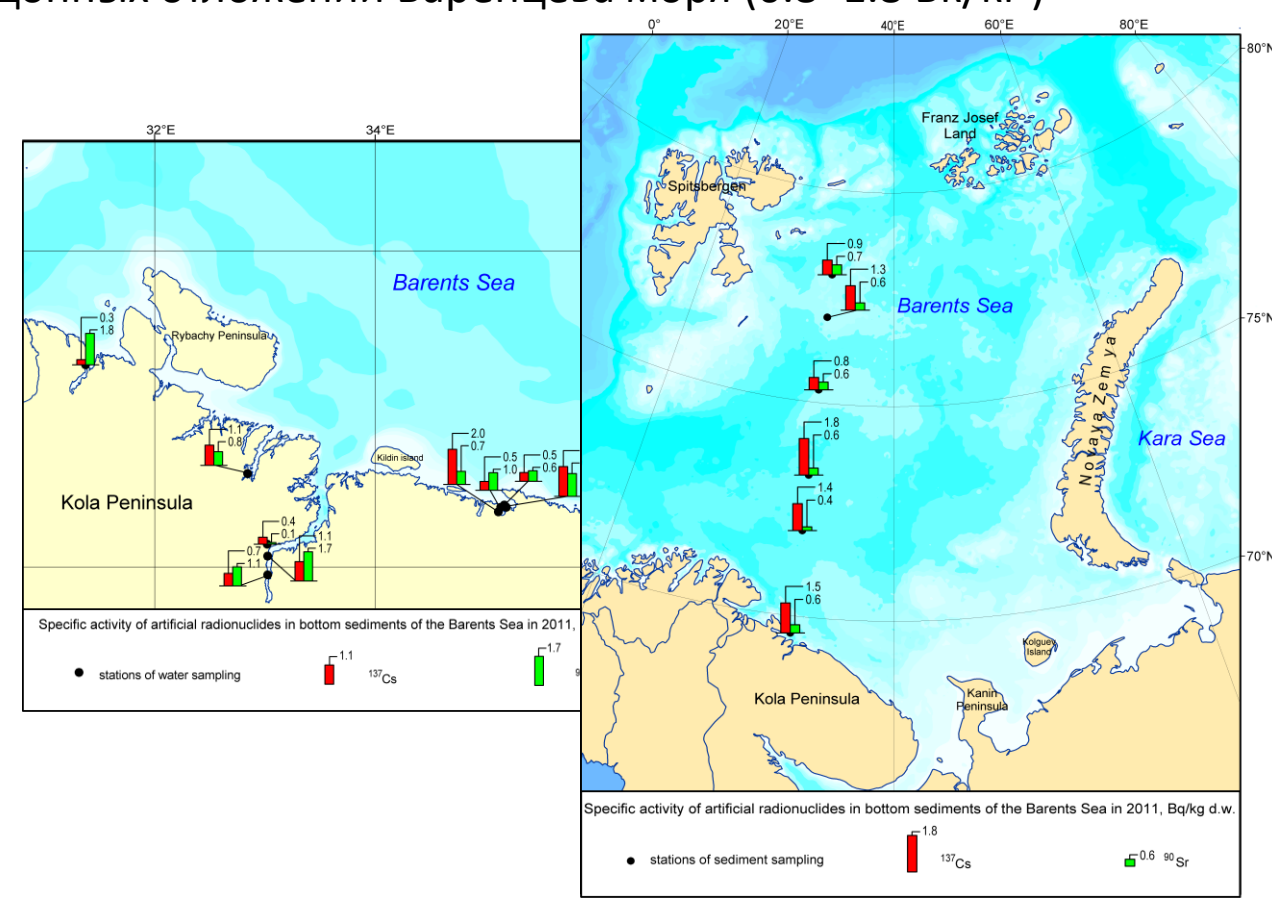
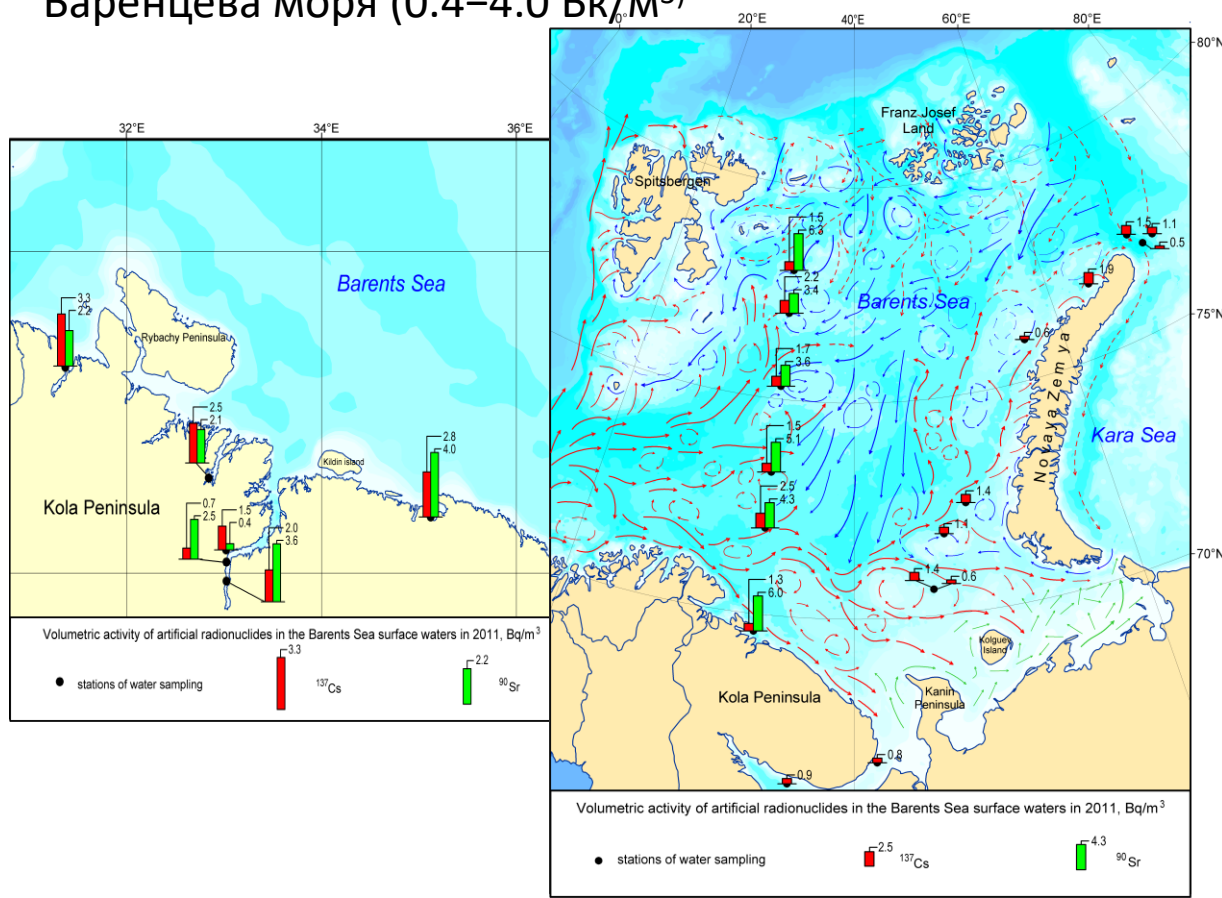
Радиоактивное загрязнение северных морей

(результаты проекта СЕЕРА «Развитие сети сотрудничества по охране окружающей среды и радиационным исследованиям Европейской Арктики», ММБИ)



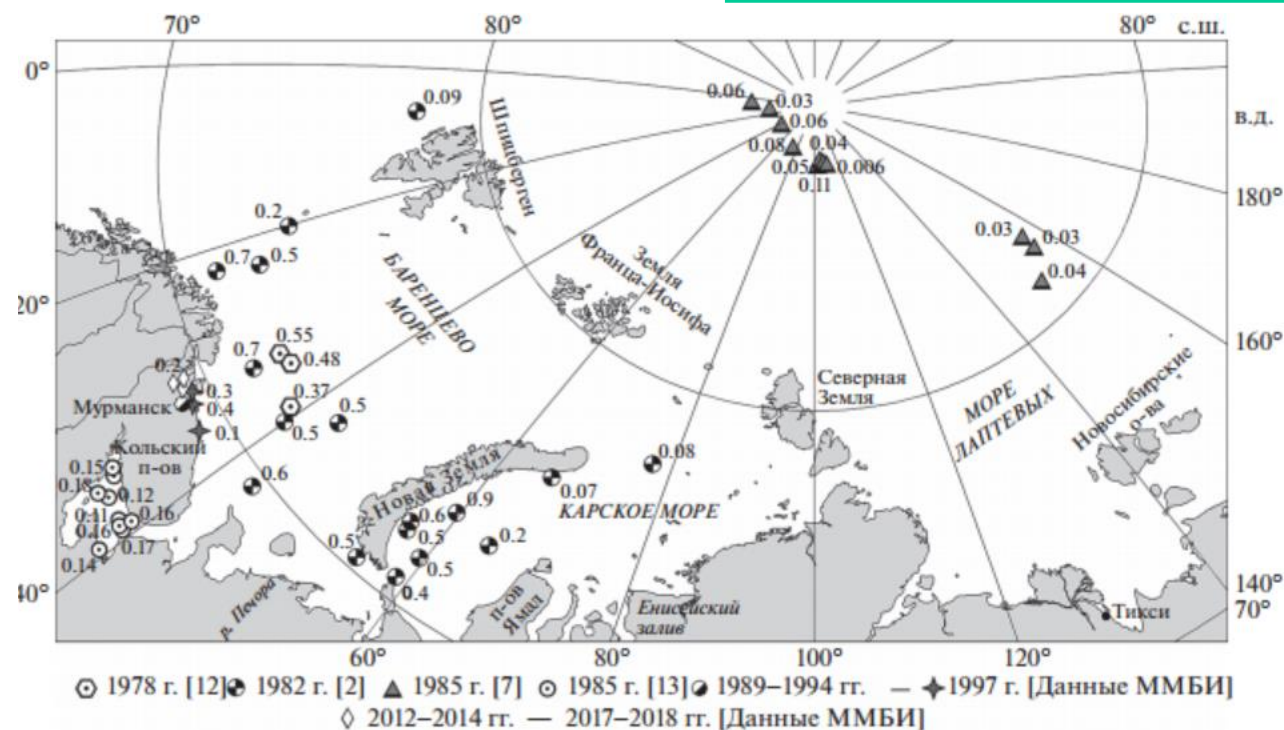
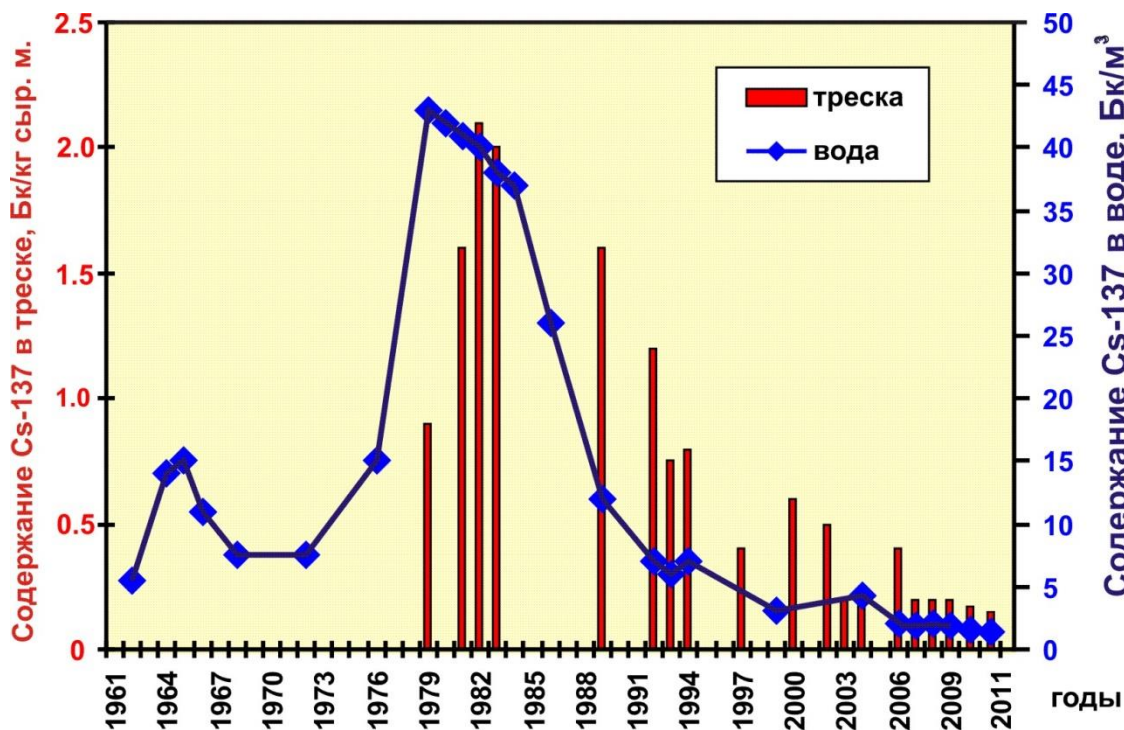
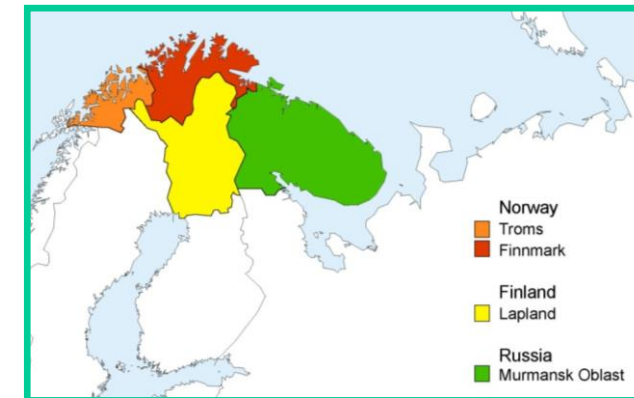
Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в поверхностных водах Баренцева моря (0.4–4.0 Бк/м³)

Удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в поверхностном слое донных отложений Баренцева моря (0.8–1.8 Бк/кг)



Радиоактивное загрязнение северных морей

(результаты проекта СЕЕРА «Развитие сети сотрудничества по охране окружающей среды и радиационным исследованиям Европейской Арктики», работы Матишова Г.Г. и др.)



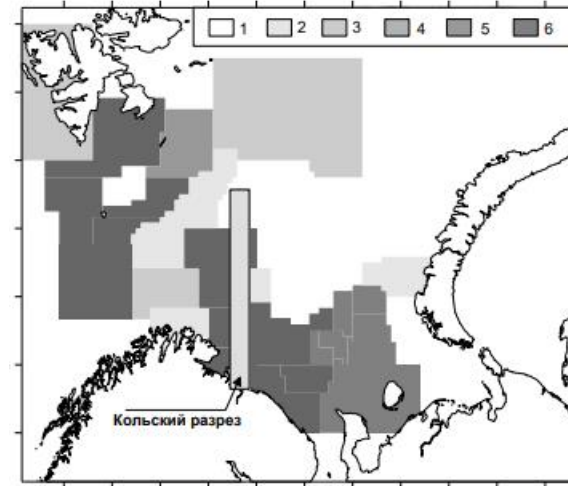
Прямые ретроспективные сравнения активности радионуклидов в компонентах морской экосистемы сделаны в отношении ^{137}Cs – нуклид со средним периодом полураспада, который надежно определяется в течение десятилетий после эмиссии.

Гистограммы показывают, что в водной среде, донных отложениях и биоте морского водоема сохраняется закономерная тенденция снижения активности искусственных радионуклидов. Эта тенденция как показатель процесса самоочищения бассейна установилась с начала 1980-х гг., когда значительно сократилось поступление радионуклидов от западноевропейских радиохимических заводов..

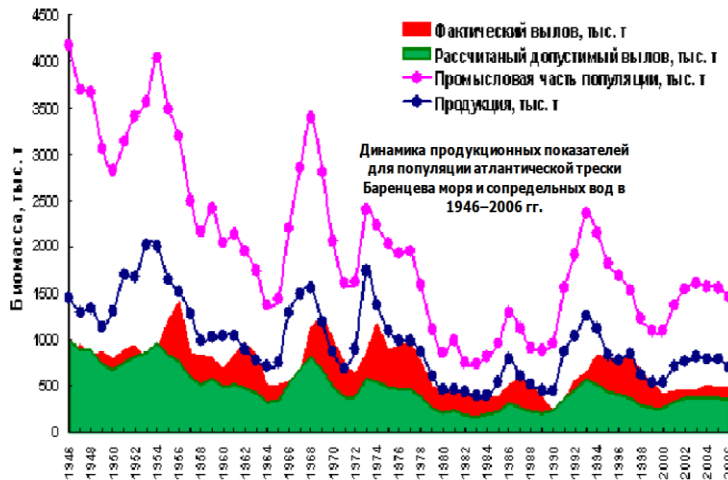
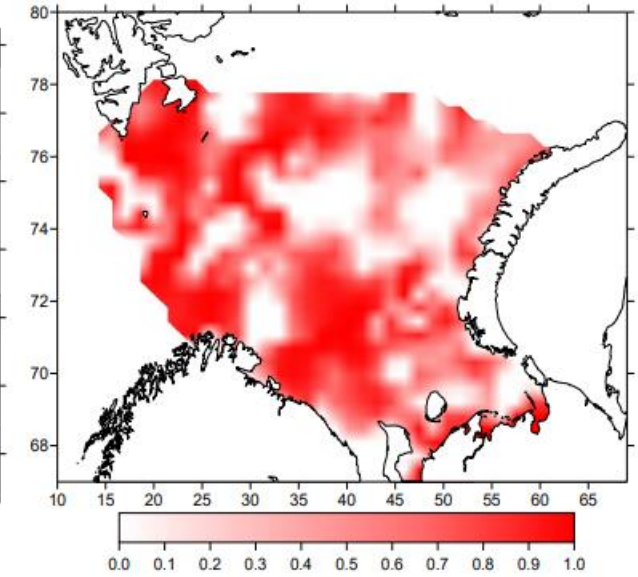
Перепромысел рыбы в Арктических морях



Количество промысловых лет в стандартных рыбопромысловых районах Баренцева моря (слева): и убыль биомассы зообентоса (справа) в 1968-70 гг. по сравнению с 1924-32 гг.

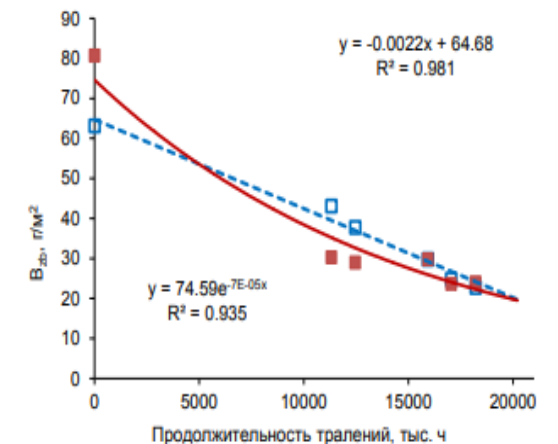
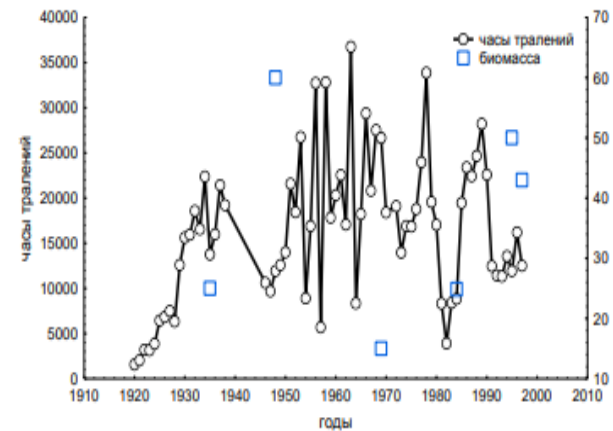


1 – 5, 2 – 6-10, 3 – 11-15, 4 – 16-20, 5 – 21-25, 6 – 26-30



Динамика производственных показателей для популяции атлантической трески Баренцева моря и сопредельных вод в 1946–2006 гг.

Среднегодовая траловая активность (3-летние скользящие средние) и биомасса зообентоса вдоль разреза «Кольский меридиан» в период с 1920 по 1997 гг. (слева) и соответствующая зависимость биомассы (4-летнее запаздывание) от траловой активности (справа)



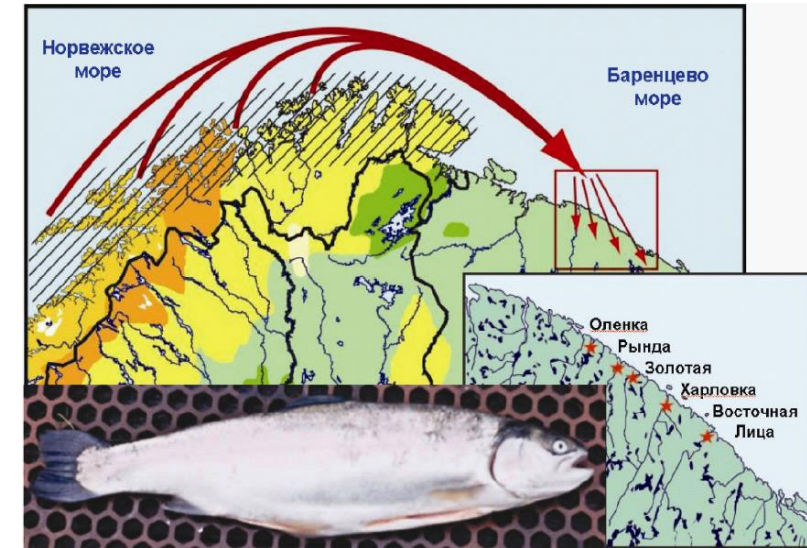
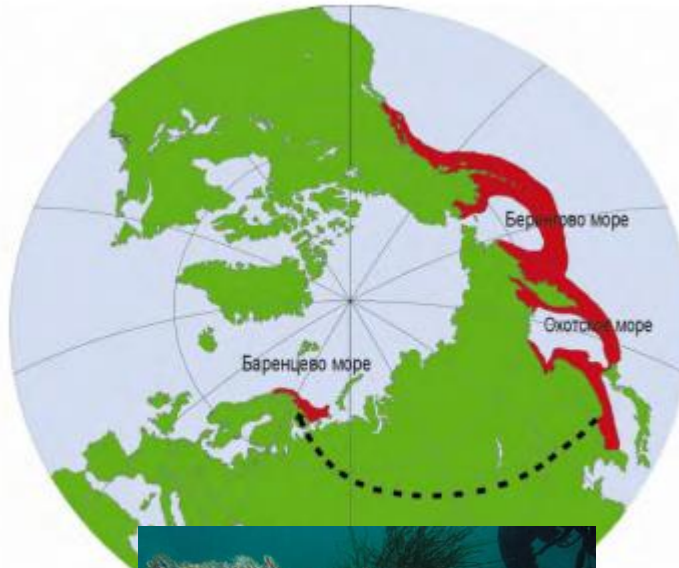
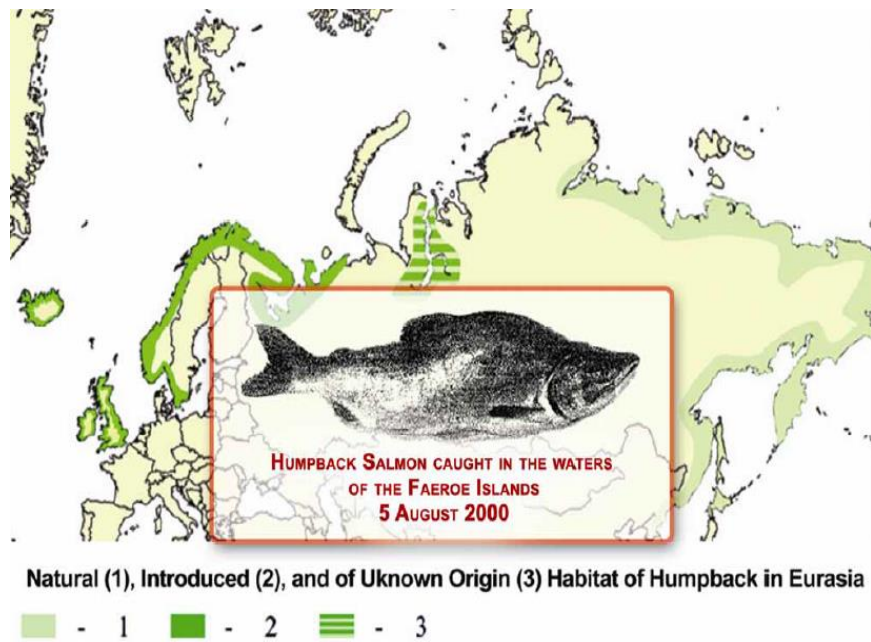
○ Продолжительность тралений
□ $V_{зб}$ вдоль всего разреза
■ $V_{зб}$ вдоль южной части разреза до 72° СШ

Внесение инвазивных видов

Дальневосточная горбуша – чужеродный вид, интродуцированный в моря Европы

Камчатский краб в Баренцевом море

Модифицированные лососи – беженцы из норвежских акваферм



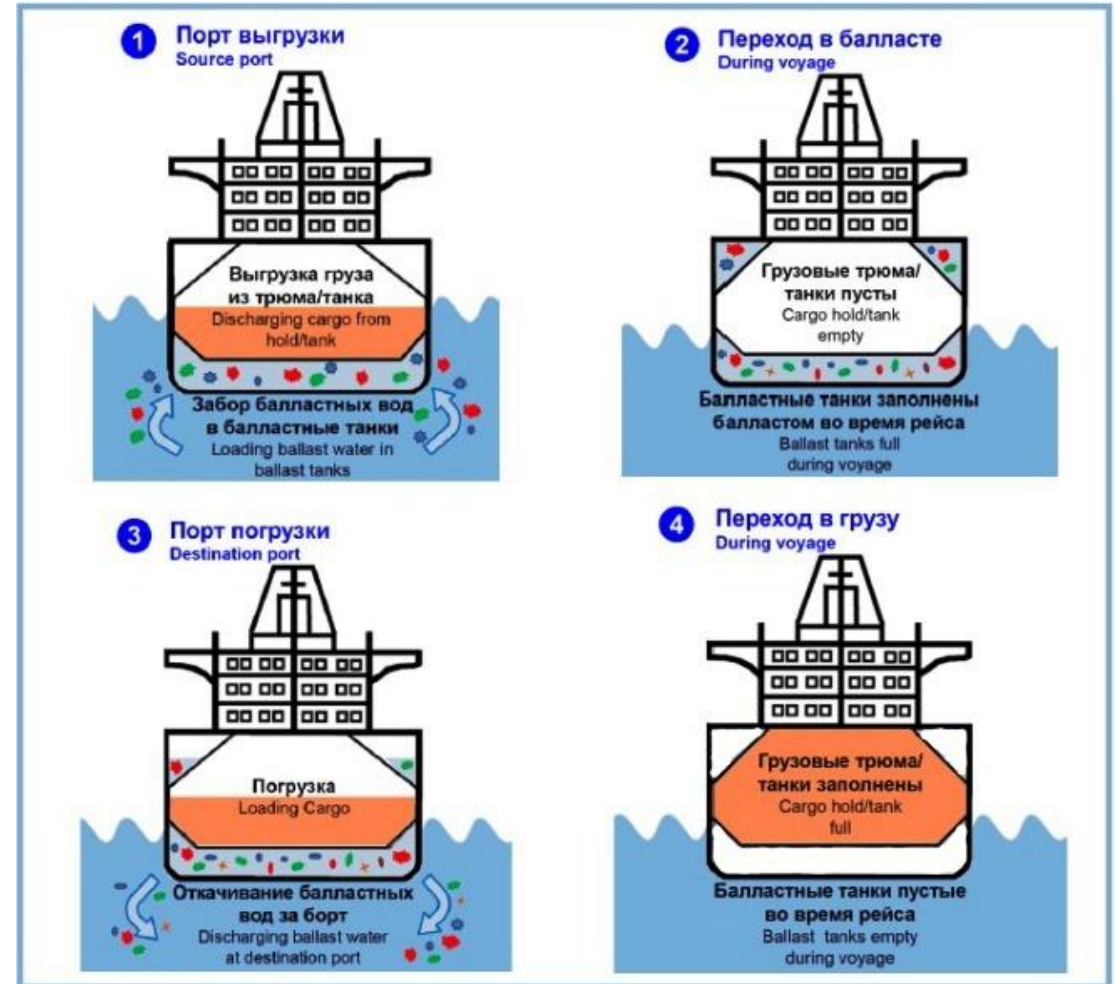
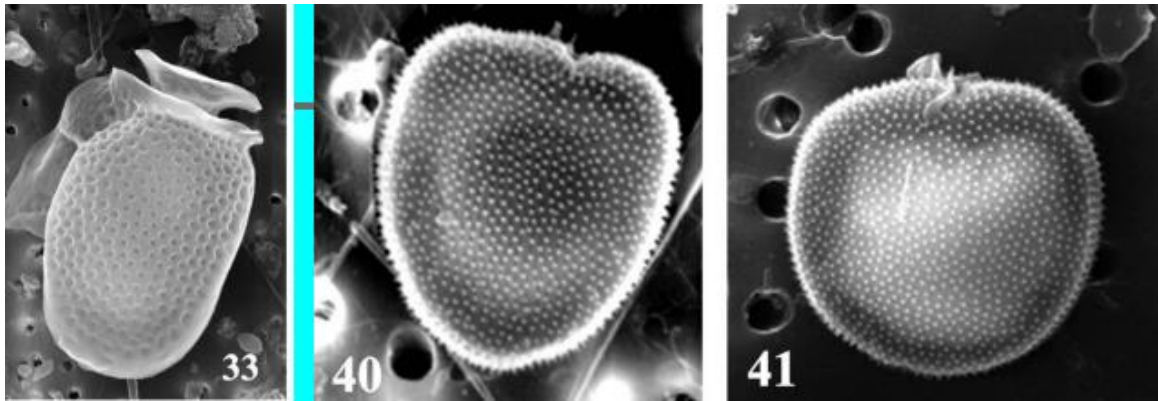
На данный момент в Арктике существует незначительное количество инвазивных чужеродных видов, но их число может увеличиться с изменением климата и ростом антропогенного пресса. (Оценка биоразнообразия в Арктике: резюме для политического руководства. КАФФ, Акьюрейри, Исландия)

Загрязнение балластными водами



Ciona intestinalis (in Canada)

Потенциально токсичные виды фитопланктона, обнаруженные в балластном танке теплохода TIMBER STAR



Дополнительная информация:

Сохранение арктической флоры и фауны (CAFF). 2013. Оценка биоразнообразия в Арктике: резюме для политического руководства. КАФФ, Акюрейри, Исландия

Загрязнение моря в связи с промышленной аквакультурой



Загрязнение нефтью и нефтепродуктами

Инцидент с «Еххон Валдез»

23 марта 1989 года танкер «Еххон Валдез», на борту которого находилось более 135 тыс. т сырой нефти, отплыл из города Вальдиз, Аляска. Вскоре после полуночи, во избежание столкновения с айсбергом, трехсотметровый танкер отклонился от намеченного курса и наскочил на риф Блай, хорошо обозначенный на карте как навигационная опасность в проливе Принца Уильяма. После удара восемь из одиннадцати грузовых отсеков нефтеналивного судна получили пробоины и в холодные арктические воды вылилось более 40 тыс. тонн сырой нефти.



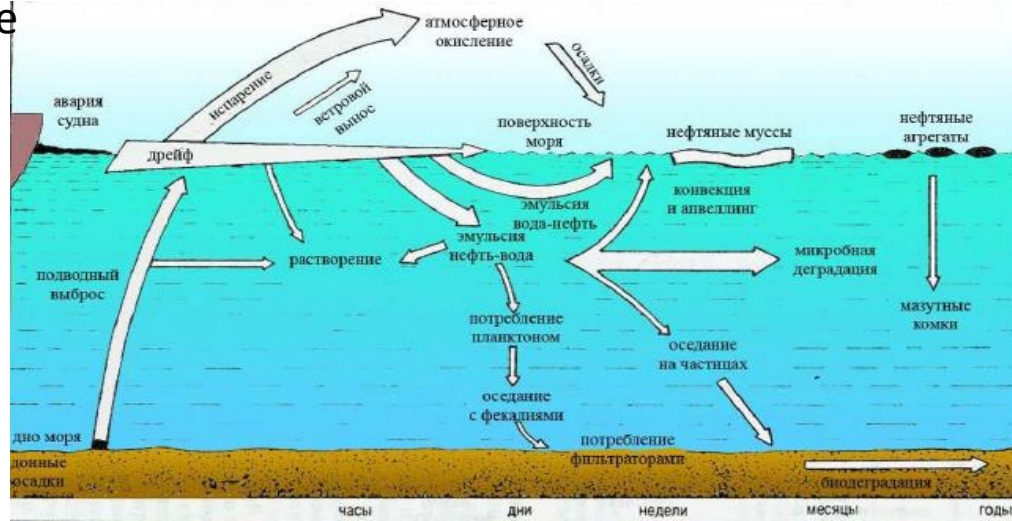
Через 20 лет после аварии в проливе Принца Уильяма без труда можно найти пропитанные нефтью породы (Фото сделано в феврале 2009 года)



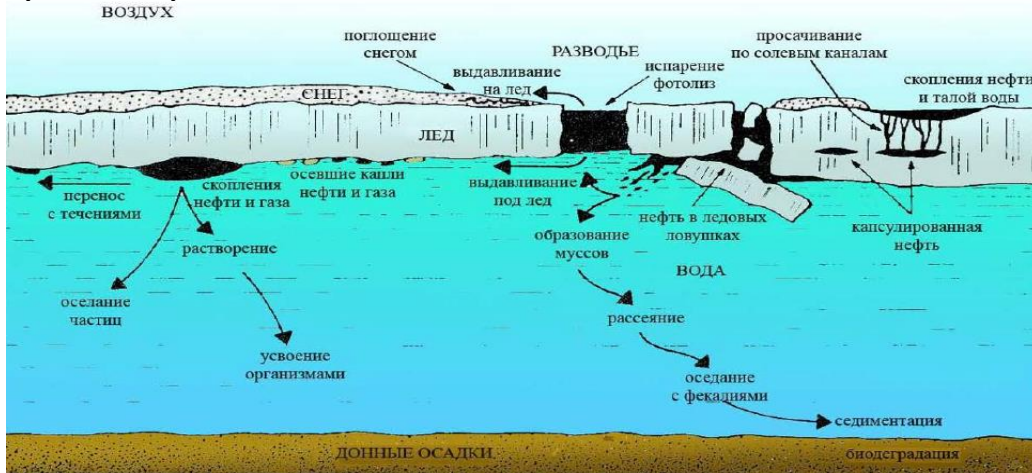
Загрязнение нефтью и нефтепродуктами

Биогеохимические процессы трансформации и переноса нефти (Emerson, 1994) :

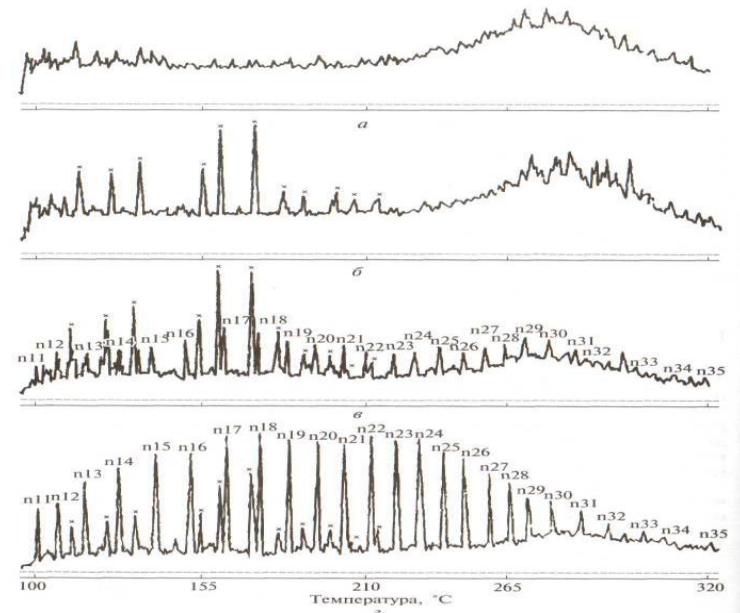
1) в море



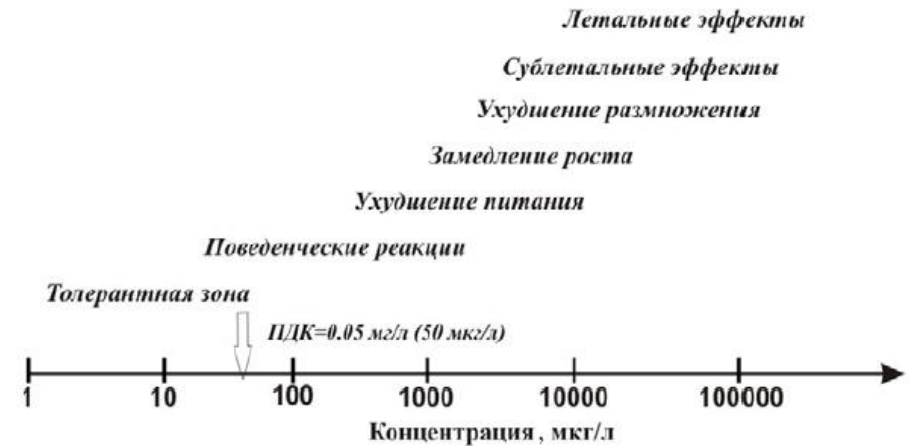
2) в море, покрытом льдом



Состав нефти разных месторождений



Уязвимость биоты при разливах нефти



Основные эффекты разливов нефти

1. Комплекс различных негативных воздействий на окружающую среду в виде физических, химических и биологических нарушений в толще воды, на дне и в атмосфере.
2. Существует серьезная угроза для всех частей морской и прибрежной экосистемы.
3. Нефтяное загрязнение морской поверхности снижает репродуктивную функцию живых организмов.
4. Нефтяные углеводороды даже в небольших концентрациях, перемещаясь по пищевой цепочке, накапливаются в организмах и приводят к нарушению основных процессов их жизнедеятельности или гибели.
5. Разливы нефти для морских птиц являются наиболее разрушительными. Контакт оперения с маслом приводит к потере теплоизоляционных свойств и лишает птиц возможности летать. От переохлаждения и нервного стресса птицы погибают.
6. Наибольший ущерб от разливов нефти несут прибрежные экосистемы, вблизи которых расположены места нереста и нагула рыбы, а также места отдыха перелетных птиц. Происходит деградация прибрежных морских экосистем.



Сводные данные об источниках и объемах поступления нефти в морскую среду

Источники поступления в морскую среду	Доля от среднего годового объема, %
Добыча нефти в море: платформы (бурение, аварии, утечки) атмосферные выбросы и выпадения сброс пластовых вод	5
Транспортировка нефти: аварии танкеров штатные танкерные операции аварии на трубопроводах аварии на береговых терминалах атмосферные выбросы и выпадения	12
Потребление нефти: береговые источники (речной сток и др.) аварии судов (не танкеров) штатные операции и сбросы с судов атмосферные выбросы и выпадения выбросы авиационного топлива	37
Поступление нефти с морского дна (сипы)	46
Суммарно	100

Эффекты изменения климата



Увеличение стока рек За последние несколько десятилетий сток рек в океан вырос почти во всей Арктике, а весенний максимум стока рек сейчас наблюдается в более ранние сроки.



Более позднее замерзание и более раннее вскрытие льда на реках и озерах приводят к сокращению сезона ледостава на период от одной до трех недель в некоторых регионах.



Рост количества осадков Количество осадков в Арктике выросло, в среднем, примерно на 8% за последние 100 лет. Больше всего увеличились осадки в виде дождя, с максимальным ростом осенью и зимой.



Таяние ледников Наиболее быстрое отступление наблюдается у ледников Аляски
Сокращение площади морского льда

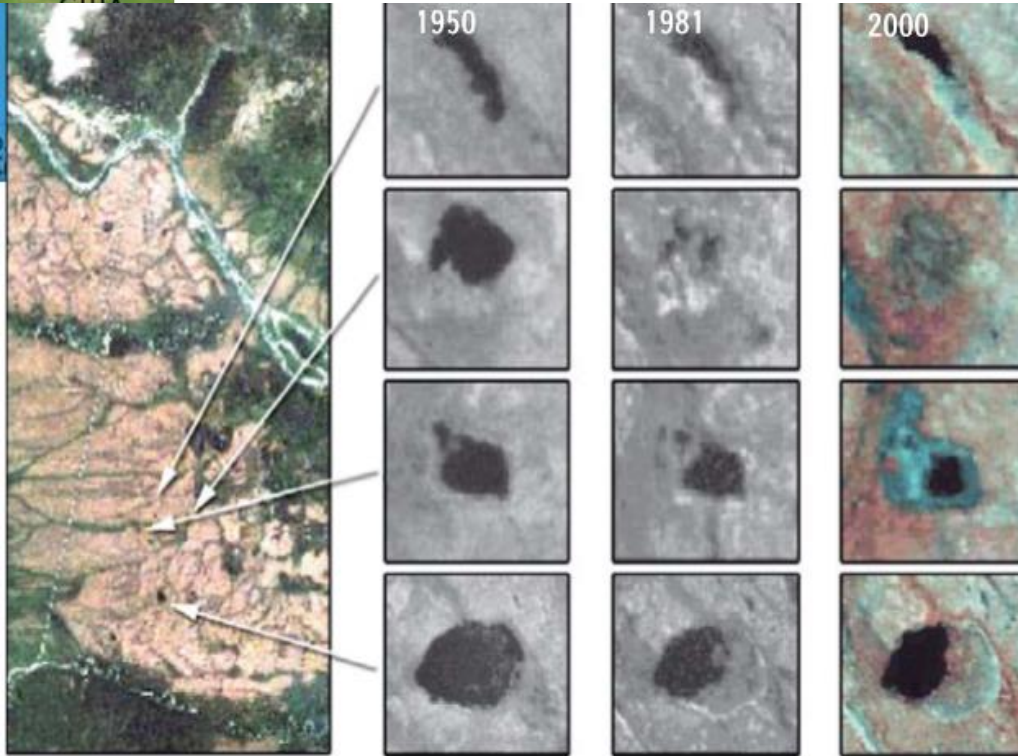
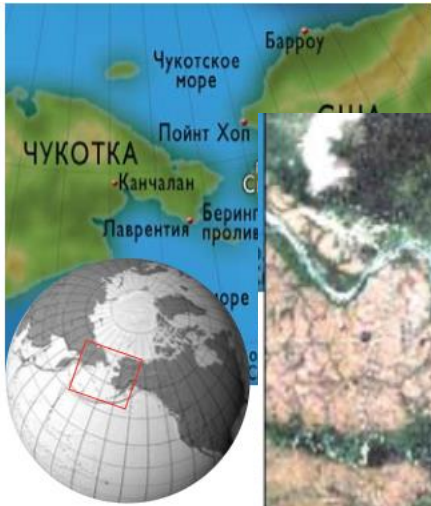


Сокращение снежного покрова Площадь снежного покрова уменьшилась примерно на 10% за последние 30 лет.



Таяние вечной мерзлоты За последние десятилетия вечная мерзлота потеплела на величину до 2 °С, и глубина слоя ежегодного протаивания растет во многих районах.

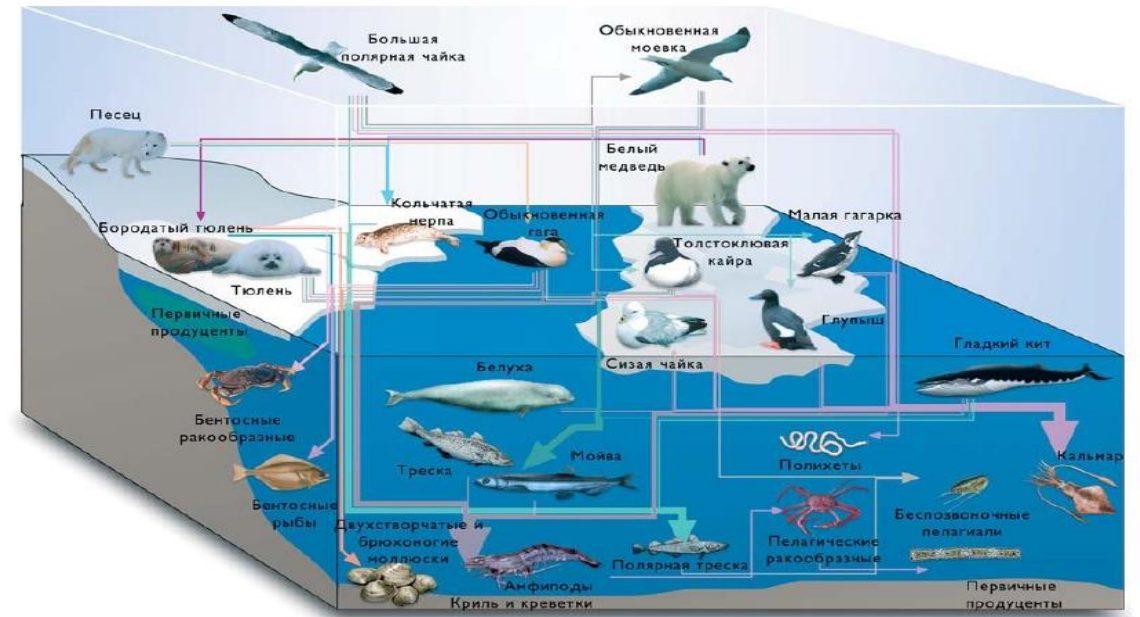
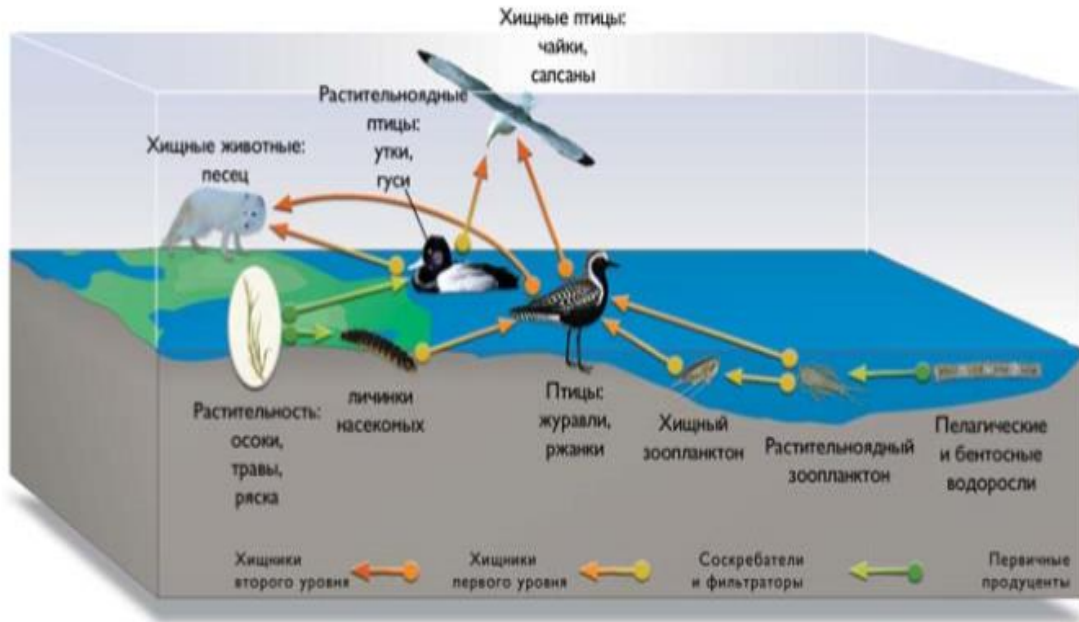
Сокращение количества озер из-за таяния мерзлоты



При таянии вечномёрзлых почв из-за роста температуры может наблюдаться уход воды из озер в грунтовые воды, что в итоге приведет к исчезновению там водной среды обитания. С другой стороны, разрушение поверхности грунта вследствие таяния вечной мерзлоты может приводить к проваливанию почвы с образованием мест, где могут формироваться новые болота и пруды, что увеличивает размеры водной среды обитания. Баланс этих изменений неизвестен, но так как обитатели пресных вод исчезают, перестраиваются и изменяются, то вероятны существенные изменения в видах и в использовании ими водной среды.

Пример: Пруды полуострова Сьюард на Аляске. Из 24-х прудов, исследовавшихся здесь, 22 уменьшились в размерах с 1951 по 2000 г. Огромное число прудов в тундре сократило свои размеры за последние 50 лет. Механизм пересыхания – внутренний дренаж из-за таяния верхнего слоя вечной мерзлоты.

Влияние изменения климата на морские и пресноводные пищевые цепи



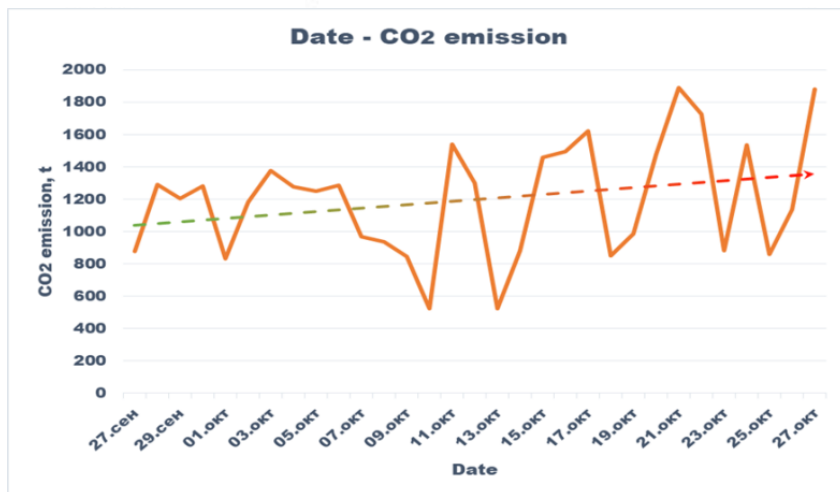
изменения физической среды,

последствия для пищевых цепочек, в том числе изменение кормовой базы.

изменение численности арктических видов. изменение их приспособляемости,

риски ускоренного переноса загрязняющих веществ.

«Оценка и прогноз воздействия морских перевозок и развития портов в Баренцевом регионе на окружающую среду» (совместно с Центром логистики Крайнего Севера Бизнес школы Северного университета, Норвегия)

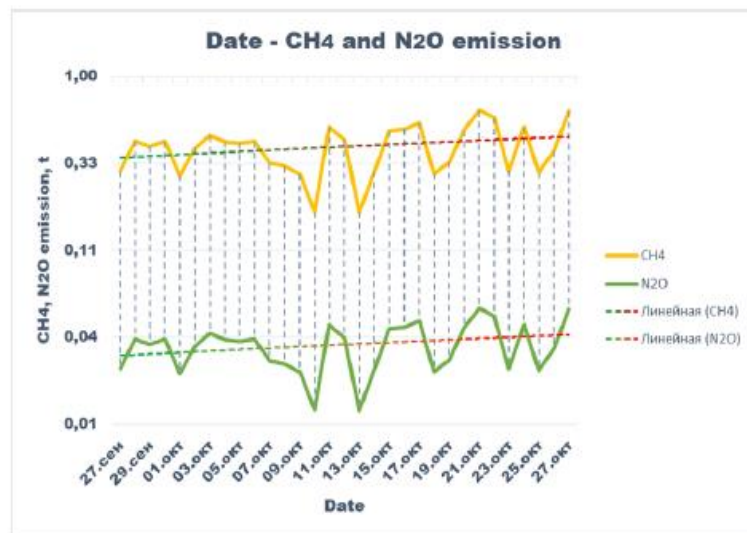


Инструменты:

В качестве основного инструмента исследования были использованы спутниковые данные геоинформационного сервиса ExactAIS по морским перевозкам компании ExactEarth.

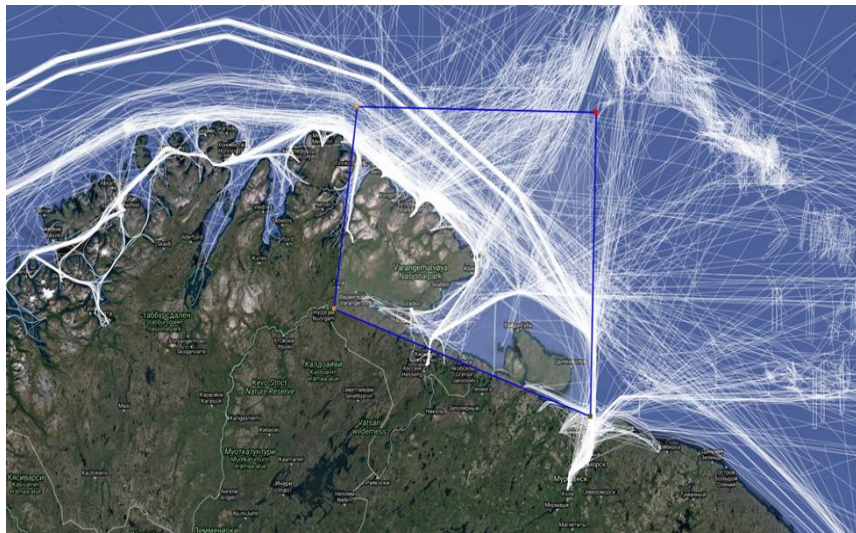
Методика:

Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК. 2006 г



Vessel type	Quantity
Fishing	120
Cargo	111
Tanker	19
Tug	12
Other	9
Dredging	7
Unknown	4
SAR	3
Passenger	3
Reserved	3
Law Enforcement	2
WIG	2
Vessel With Anti-Pollution Equipment	1
Sailing	1
Pilot	1

Визуализация маршрутов всех рассматриваемых судов, замеченных в акватории в период исследования



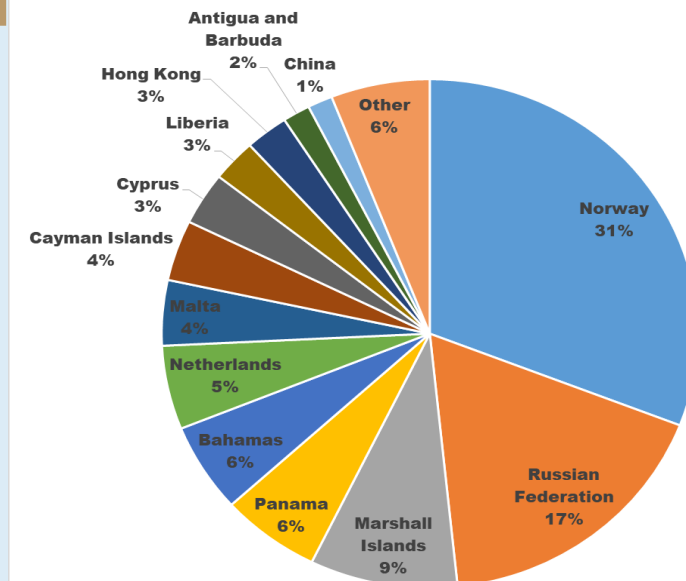
Объем эмиссий всех судов в исследуемый период

CO ₂	CH ₄	NO ₂
37210,1 тонн	12.79 тонн	1,05 тонн

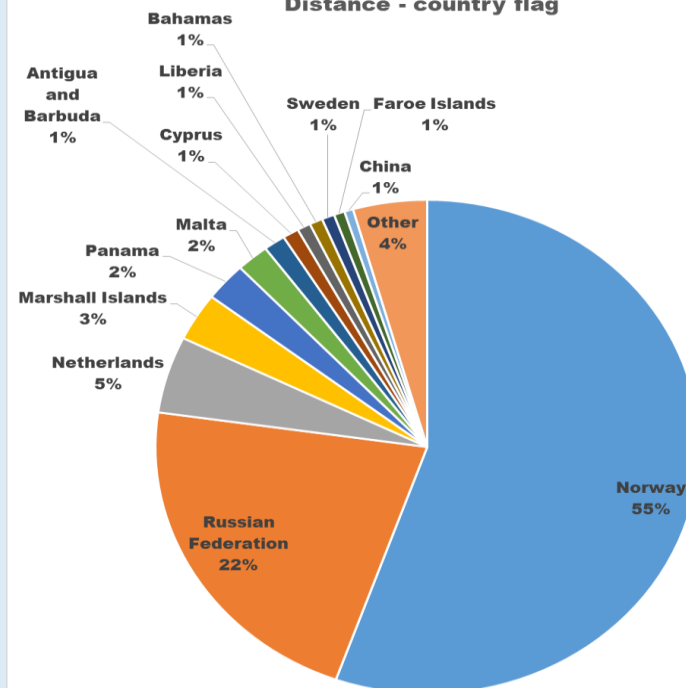
Коэффициенты эмиссии, использованные в расчетах эмиссии парниковых газов при международных морских перевозках (МГЭИК, 2006)

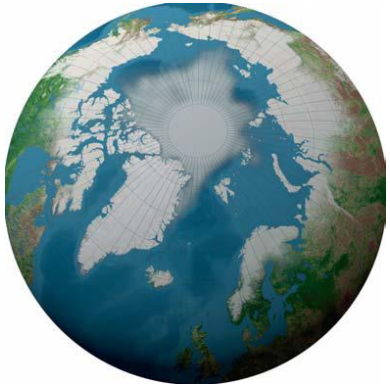
Вид топлива	Коэффициент эмиссии, CO ₂ , т • ТДж ⁻¹	Коэффициент эмиссии CH ₄ , т • ТДж ⁻¹	Коэффициент эмиссии N ₂ O, т • ТДж ⁻¹
Дизельное топливо	74,1	0,007	0,002

CO₂ emission - country flag



Distance - country flag





Перспективы решения проблем

- Разработка и использование «зеленых», современных технологий, в том числе технологий производства замкнутого цикла, оказывающих минимальное воздействие на окружающую среду
- Оценка экологического риска, формирование и анализ систем готовности реагирования на чрезвычайные ситуации
- Внедрение обоснованных высоких стандартов экологической безопасности промышленной деятельности
- Обнаружение и мониторинг загрязнений Арктики.

Спасибо за внимание!

vasilevazhv@mstu.edu.ru

Тел. 8(921)605-0-610

