



УДК 574.9
ББК 2(Б/Е)

Леменкова Полина Алексеевна

магистр геоинформатики, аспирант, Институт экологических исследований, Карлов Университет, г. Прага, Чехия, Pauline.lemenkova@gmail.com

ОПЫТ ОЦЕНКИ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ КРИЗИСНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ В АРКТИКЕ

Арктика – уникальный регион планеты и стратегическая часть географического севера Российской Федерации. Будучи экосистемой природоохранного значения и важнейшим климатообразующим регионом планеты, Арктический бассейн одновременно является местом разведки ценнейших геологических ресурсов, что обуславливает интенсивную антропогенную деятельность в регионе. Оценка риска возникновения кризисных экологических ситуаций, обусловленных антропогенными воздействиями, в отдельных акваториях Арктического бассейна необходима для понимания возможных процессов и экологических ответных цепочек реакций экосистем на те или иные факторы риска или изменений в природе. Настоящая работа была предпринята с целью районирования Арктического бассейна на предмет возникновения экологических рисков, связанных с деятельностью человека.

Ключевые слова: Арктика, нефтегазовая разведка, экология, районирование.

Polina A. Lemenkova

magister of geoinformatics, post-graduate student, Institute for environmental studies, Charles University, Prague, Czech Republic, Pauline.lemenkova@gmail.com

RISK ASSESSMENT FOR CRITICAL ENVIRONMENTAL SITUATIONS IN ARCTIC

Arctic is a unique region of our planet and a strategic part of the geographical north of the Russian Federation. Being an ecosystem of high conservation value and the most important climatic region in the world, the Arctic basin is at the same time the place where the most precious geological resources are stored. This necessarily results in the intensive human activities in the region. Risk assessment is crucial for understanding environmental crisis situations caused by human activities in such region. It is furthermore necessary to understand possible environmental responses and triggered processes of chain reaction within the ecosystems. The present work was aimed at zoning Arctic basin in accordance to the environmental risks associated with human activities in the high north.

Key words: Arctic, oil and gas exploration, environment, zoning.

При геоэкологическом районировании Арктических акваторий выделяется система дифференцированных подразделений или регионов в пределах Арктического бассейна, обладающих внутренним единством, индивидуальной спецификой уникальных природных особенностей и идентичным уровнем испытываемой техногенной нагрузки. На основе проведенной систематизации проводится районирование по комплексу признаков, охватывающих все компоненты природной среды (одновременно комплексное физико-географическое и экологическое районирование). Таким образом, в процессе их выявления осуществляется географо-экологический синтез и систематизация информации об Арктическом регионе в целом и его отдельных аквальных комплексов как частей региона.

На каждый выделенный физико-географический регион Арктического бассейна действуют природные (зональные и азональные) и антропогенные факторы. Одновременно, в пределах Арктического бассейна непрерывно действуют процессы интеграции, связывающие составляющие его акватории в сложные

взаимосвязанные комплексы морских экосистем (посредством циркуляции воздушных масс, глобальной системы течений и характера речного стока, склоновых процессов перемещения вещества, а также миграций представителей арктической фауны). Таким образом, комплексное геоэкологическое районирование акваторий осуществлялось на основе двух этапов районирования – географического и экологического, являясь результатом итоговой оценки, проведенной на основе анализа районов, выделенных на двух этапах, на результат их пересекаемости. В качестве информации о географическом районировании использовались тематические карты Арктического бассейна.

В процессе геоэкологического районирования использовались результаты исследования экологической ситуации Арктических морей и прилегающих прибрежных территорий [1, С. 250-280; 2, С. 157]. Данные изучены предварительно по материалам физико-географического анализа Арктических территорий и информации об экологической нагрузке на акватории арктических морей. При этом проводилась оценка состояния районов по пяти критериям состояния геоэкологической ситуации: кризисная, осложненная, неудовлетворительная, удовлетворительная, нормальная. Изменение экологической ситуации отдельных акваторий Арктических районов обусловлено, с одной стороны, уровнем и характером антропогенного воздействия, и с другой, индивидуальными особенностями этой акватории, типологическими чертами ее отдельных компонентов, рассмотренными в каждом отдельном случае.

Для прогнозирования возможных изменений экологической ситуации и разработки сценариев ее поведения в конкретных географических условиях региона был проведен анализ структуры состояния отдельных компонент экосистемы, чтобы определить, какие из компонент данной экосистемы являются наиболее уязвимыми в случае антропогенного пресса и легко подвержены разрушению в силу своих природных особенностей. В отдельных случаях быстрому разрушению подвержены берега и почвенный покров прибрежных территорий, в других – практически не поддаются восстановлению нарушенные фи-

тоценозы и лесные сообщества, с трудом проходят процессы самоочищения в акваториях с низким водообменном и медленными течениями и т. д. Особо следует отметить те арктические экосистемы, где располагаются места массового скопления зоо- и фитопланктона, бентоса [4, С. 56; 7, С. 213], гнездования птиц, ареалы постоянного обитания белых медведей и т. д.

Особенности регионального распределения загрязнителей и уровень техногенной нагрузки на акватории, включая нефтегазовые разработки, рассмотрены предварительно изучены и рассмотрены. Далее, акватории Арктических морей ранжированы по степени риска разрушений экосистем в результате антропогенной деятельности без учета влияния природных факторов. Данные систематизированы в виде таблицы, что облегчает их использование при геоэкологическом районировании.

Особенности эколого-химического состояния экосистемы Баренцева моря в большой степени определяются, кроме физико-географических параметров биотопа, также степенью антропогенной нагрузки. Очевидно, что эколого-химическое состояние Баренцева моря в большой степени характеризуется притоком атлантических вод с Нордкапским течением, выносом сточных и коммунальных вод из прибрежных городов Мурманской области, отличающейся высоким уровнем индустриализации.

Для Печорского моря, юго-восточной провинции Баренцева моря, основным источником стока является река Печора, впадающая в Печорскую губу и транспортирующая загрязняющие вещества из промышленных районов Республики Коми и Ненецкого автономного округа. Печора обеспечивает приблизительно 90% от всего речного стока в Печорское море, являясь одной из крупнейших арктических российских рек по водному стоку, уступая лишь Енисею. Основной путь поступления загрязняющих веществ, определяющих загрязнение моря – естественная географическая система Печора-Печорская губа – Печорская море. Из населенных пунктов в прибрежной зоне Печорского моря наиболее крупными являются поселки Варандей, Вангурей в Печорской губе, селения Коротаиха, Бугрино. В устьевой области р. Печора расположен морской и речной порт Нарьян-

Мар, который является важным транспортным узлом на водной магистрали Печорского края и Северного морского пути. Печорская губа и дельта р. Печора являются важными рыбохозяйственными объектами, играющими значительную роль в экономике НАО. Значительный уровень антропогенного прессы приводит к негативным процессам в экосистеме Печорского моря: в последние годы отмечается снижение численности стад семги, исчезновение ценных видов рыб, в т. ч. тайменя, снижение уловов сиговых.

Условно можно выделить следующие техногенные источники потоков загрязняющих веществ в Арктические моря:

- транспортировка нефтепродуктов и токсичных веществ;
- дампинг радиоактивных отходов;
- аварийные ситуации;
- перенос загрязняющих веществ из других районов с течениями;
- разработка морских месторождений;
- перенос аэрозолей и выхлопов газов от прибрежных населенных пунктов.

В процессе работы над проектом для прогнозирования и оценки последствий выбросов реагентов, а также итогового геоэкологического районирования на основе всех проанализированных материалов, составляющих базу данных проекта, как картографических, так и дополнительных, использованных из литературных источников, касающихся региона Арктики, состояния ее природной среды, экологии, масштабов и характера антропогенного воздействия и перспектив дальнейшего развития обстановки в регионе, был разработан сценарий возможных экологических изменений в регионе Арктического бассейна при условии сохранения уровня антропогенных нагрузок.

Геоэкологическое районирование Арктического бассейна проведено путем анализа ведущих факторов экологического воздействия на его отдельные акватории и его региональной географической дифференциации с использованием картографических материалов и литературных источников [5, С. 165-166; 6, С. 14; 8, С. 42]. Использование тематических карт разного содержания

позволило определить размещение морских экосистем разного ранга и соотношения между ними. Особенности географических условий для каждого региона, используемые как базовые для составления карты рассмотрены ниже на основании подробного анализа картографических и литературных источников.

При выделении типологических единиц геоэкологического ранжирования Арктики для оценки риска возникновения кризисных экологических ситуаций, учитывались обособленные друг от друга отдельные акватории Арктического бассейна, районирование которых заимствовано из карты «Физико-географическое районирование» (1:10 млн), Атлас Арктики. Таким образом, с учетом в каждом случае обоих факторов – природные особенности отдельных акваторий Арктики с акцентом на наиболее «слабые», «хрупкие» их компоненты и оцененный уровень антропогенного влияния – разработаны сценарии возможного изменения в функционировании экосистем Арктических морей. Из различных видов антропогенного воздействия для построения данных карт были выбраны четыре типа – выбросы нефтяных углеводородов, радиоактивных веществ (^{137}Cs , ^{60}Co , $^{239,240}\text{Pu}$, ^{90}Sr) [4, С. 27], химических веществ (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) и хлорорганических соединений (сумма ДДТ, ГХБ, Σ ГХЦГ, Σ ПХБ).

Перечислим районы Арктического бассейна, подверженные риску разрушения природных экосистем при распространении нефтяных разливов в результате разработок нефтегазовых месторождений: Обь-Енисейско-Карская область, Баренцево-Печорская область (Тимано-Печорская депрессия), Бофорто-Аляскинская область и Северо-Канадская область. Эти четыре основных района добычи горючего топлива на Арктическом шельфе одновременно являются районами перспективной нефтедобычи, что лишь указывает на потенциальное увеличение техногенных нагрузок на экосистемы в будущем и, соответственно, риска нарушения их нормального функционирования.

Оценка риска разрушений экосистем в результате интенсивной антропогенной деятельности проводится по пяти-балльной шкале и установлена на следующей основе:

1. (Риск-0) антропогенное воздействие крайне незначительно, функционирование экосистем в норме;
2. (Риск-1) риск нарушений отдельных компонент экосистемы в результате антропогенного воздействия существует, но относительно невелик;
3. (Риск-2) существует риск нарушений нескольких компонент экосистемы в результате продолжительного многофакторного антропогенного воздействия;
4. (Риск-3) существует серьезный риск нарушений экосистемы в результате продолжительного многофакторного антропогенного воздействия;
5. (Риск-4) экосистема находится в кризисном состоянии, при сохранении уровня и характера направленности антропогенного воздействия в функционировании экосистемы могут произойти необратимые последствия.

Основные физико-географические районы Арктических морей рассмотрены на их подверженность риску разрушений экосистем в результате деятельности человека.

**Итоговые результаты представлены
в следующей таблице:**

1. Баренцево-Шпицбергенская область: уровень риска 3.

Добыча нефти и газа	Загрязнение Шпицбергенской банки и северных островов архипелага Шпицберген нефтяными углеводородами в результате приноса морских вод из районов разработки нефтяных месторождений Норвежского моря. Отдельные шельфовые районы о. Шпицберген перспективны для будущих разработок по нефтегазоносности.
Сельское и промысловое хозяйство	Область является одним из крупнейших центров рыболовства России. Чрезмерный вылов рыб (основные промысловые виды: семга, зубатка, пикша, треска, сельдь, навага, морской окунь), лов морского зверя (белуга) в двух основных районах рыбной ловли Баренцева моря: прибрежные воды Кольского п-ова, на пути следования Нордкапского течения и вдоль западных берегов арх. Шпицберген. Сильный перевыпас скота в районе северной Финляндии (районы саами).

<p>Промышленное производство в прибрежных районах</p>	<p>Разрабатываемые месторождения железа, меди, никеля, апатитов, алюминия в районе Мончегорска, Никеля, Ковдора и др. Прибрежный Мурманский район отличается высоким уровнем индустриализации: сооружены предприятия машиностроительной, металлургической, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей, легкой, пищевой промышленности, обработки материалов, рыбоперерабатывающие заводы. ГЭС, АЭС, ТЭС в Мурманском районе.</p>
<p>Радиоактивное воздействие</p>	<p>В акватории Баренцева моря повышенные значения концентрации Co-60, Pu-239, Pu-240, Cs-137 в составе морской воды, в донных отложениях в прибрежных районах Кольского п-ва и о. Шпицберген, в организмах рыб, в тканях отдельных животных и лишайниках на прибрежных территориях. Привнос Sr-90 с водами Нордкапского течений из прибрежных вод Селлафилда в центральные районы Баренцева моря и запада Шпицбергена. Высокие концентрации ПХБ в составе яиц приморских птиц, гнездящихся на побережье Кольского п-ова и западного Шпицбергена (по данным АМАР). Повышенные концентрации Cs-137 в составе тканей дикого оленя после 1990 г.</p>
<p>Выбросы химических веществ в акваторию</p>	<p>Повышенные концентрации Ni, Cu в районе городов Мурманской области Никеля, Мончегорска. Значительный уровень поступления загрязненного индустриальными выбросами атмосферного воздуха, регулярно поступающего в область. Повышенные значения концентраций ПХБ в тканях морских животных, обитающих на пути следования Нордкапского течения</p>
<p>Прочие типы антропогенного воздействия</p>	<p>Значительные масштабы промышленных и транспортных выбросов в атмосферу и сточных вод из прибрежных городов – Никель, Мончегорск, Мурманск. Повреждения растительного покрова в районе Норильска. Морской транспортный путь из Мурманска – основная судоходная трасса, связывающая Баренцево море с Атлантикой; ежегодный тоннаж >3 млн т. Катастрофические нарушения растительного покрова лесной зоны в прибрежной зоне Мурманской области и в районах Мурманска, Никеля, Мончегорска.</p>

2. Баренцево-Печорская область: уровень риска 4.

<p>Добыча нефти и газа (юго-восточная провинция)</p>	<p>Разработки добычи нефти и газа; периодическая утечка газа в районе газоконденсатных месторождений Возейское, Василковское, Варандей. район Печорской подпровинции крайне перспективен по нефтегазоносности.</p>
------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Промысловое хозяйство	Чрезмерный вылов рыб (основные промысловые: навага, сельдь, семга, сиговые).
Промышленное производство	Нефтеочистные сооружения, предприятия машиностроительной, лесобработывающей, пищевой промышленности.
Химическое загрязнение	Загрязнение атмосферного воздуха индустриальными выбросами, поступающими из районов центральной Европы и России с переносом ветров западного направления в результате деятельности циклонов.
Радиоактивное воздействие	В акватории Печорского моря зафиксированы повышенные значения концентрации Co-60, Pu-239, Pu-240, Cs-137 в составе морской воды, донных отложений и лишайников, а также в организмах рыб и тканях отдельных животных.

3. Новоземельско-Пай-Хойская область: уровень риска 4.

Нарушения природных экосистем в результате использования островов под полигон для многочисленных испытаний ядерного оружия и захоронений радиоактивных веществ.

Добыча нефти и газа	Разработка нефтяных и газовых месторождений в западной шельфовой зоне о. Новая Земля. В прибрежно-шельфовой зоне захоронения отходов нефтяных разработок.
Радиоактивное воздействие	Радиоактивное загрязнение в результате проводимых испытаний и ядерных взрывов (мощностью 20-40МТ). Захоронения радиоактивных веществ в районе Новоземельского полигона, повышенная концентрация радиоактивного Cs в пробах донных осадков. Область является районом захоронения твердых радиоактивных отходов.
Выбросы химических веществ в акваторию	Захоронения материалов военной промышленности в прибрежно-шельфовой зоне Карского моря к востоку от о. Новая Земля. Зафиксированные концентрации повышенных значений \sum ДДТ, ГХБ, \sum ГХЦГ, \sum ПХБ в тканях морских животных (по данным АМАР).

4. Обь-Енисейско-Карская область, Обь-Енисейско-Приновоземельско-Карская провинция: уровень риска 4.

Добыча нефти и газа	Прибрежные территории подпровинции являются одним из крупнейших районов добычи газа в мире, что объясняет масштабность техногенного воздействия: нарушения экосистем в результате функционирования существующих и планируемых газопроводов от газоконденсатных месторождений.
Промысловое хозяйство	Вылов рыб (основные промысловые виды: нельма, омуль, таймень, навага, осетровые, сиговые).

Радиоактивное воздействие	Повышенные значения концентрации Cs137 в тканях дикого оленя на прибрежных территориях.
Выбросы химических веществ в акваторию	Зафиксированные концентрации повышенных значений Σ ДДТ, ГХБ, ГХЦГ, ПХБ в тканях дикого оленя, морского тюленя. Высокие значения концентраций отдельных видов химических веществ (Ni, Cd, As, Zn) по данным АМАР. Повышенные значения концентрации Pb и неметаллических руд в районе Норильска. Загрязнение атмосферного воздуха индустриальными выбросами, поступающими из промышленных центральных районов России, Урала, Западной Сибири с переносом ветров северо-западного направления.
Прочие типы антропогенного воздействия	Морской транспортный путь из портов Салехард, Диксон, Норильск (крупнейшие порты Арктики) в Баренцево море, функционирующий ежегодно с июля по декабрь; тоннаж >3 млн т/год.

5. Таймыро-Североземельская: уровень риска 2.

Добыча нефти и газа	Район устья Енисея и отдельных территорий Таймыра перспективен по потенциальной нефтегазоносности.
Промысел	Вылов рыб (основные промысловые виды: нельма, омуль, таймень).
Промышленное производство	Добыча полезных ископаемых в крупных масштабах (Норильские месторождения никеля, меди, платины, кобальта, графита и др.). Пластовые залежи битуминозных углей на севере п-ва Таймыр.
Химическое загрязнение	Зафиксированные концентрации повышенных значений Σ ДДТ, ГХБ, Σ ГХЦГ, Σ ПХБ в тканях дикого оленя (по данным АМАР). Загрязнение атмосферного воздуха индустриальными выбросами, поступающими из районов Урала и с переносом ветров западного направления в результате циклонической деятельности.

6. Северо-Якутская область: уровень риска 2.

Добыча нефти и газа	Район устья Лены и прилегающей шельфовой зоны перспективен по нефтегазоносности, но в настоящее время разработки не проводятся
Сельское и промысловое хозяйство	Область является одним из центров рыболовства северного шельфа России. Вылов промысловых рыб (муksун, омуль, осетровые, ряпушка), лов морских животных (тюлень).

Прочее воздействие	Морской транспортный путь Тикси-Восточно-Сибирское море, ежегодно с июня по октябрь; тоннаж ок. 500000 мт/год.
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

7. Восточно-Сибирско-Чукотская область: уровень риска 1.

Промысловое хозяйство	Вылов рыб (основные промысловые: муксун, омуль, осетровые, ряпушка, навага), лов морских животных (тюлень).
Промышленное производство	Добыча полезных ископаемых (медь, золото и др.) в небольших масштабах, отдельные пластовые залежи каменного угля.
Химическое загрязнение	Повышенные концентрации а-ГХЦГ в составе морской воды в Чукотском море; повышенные концентрации ПХБ в тканях морских животных (по данным АМАП).
Прочие типы антропогенного воздействия	Многочисленные научно-исследовательские рейсы в области высокой Арктики в 1958 – 1975 гг. Морской транспортный путь из портов Певек, Михалкино, Мыс Шмидта Берингово море, функционирующий ежегодно с июня по октябрь; ежегодный тоннаж 500000-3000000 мт.

8. Бофорто-Аляскинская область: уровень риска 3.

Добыча нефти и газа, Аляскинская провинция	Нефтедобыча и нефтепровод от месторождений Прадхо-Бэй и Харрисон-Бэй в бассейне Юкона; сооружается газопровод компанией Dempster Lateral. Область высокоперспективна по нефтегазоносности.
Промысел	Лов рыбы и морских животных (тюлень, морж).
Промышленное производство в прибрежных районах	На прибрежных территориях осуществляется добыча угля, асбеста, свинца, цинка. Пластовые залежи каменного угля, перспективные по суммарному количеству запасов, на побережье Аляскинской провинции.
Выбросы химических веществ в акваторию	Повышенные значения Cd, Pb, Hg в тканях белого медведя, других морских животных и промыслового зверя; повышенные концентрации а-ГХЦГ в составе морской воды в море Бофорта. Загрязнения индустриальными выбросами атмосферного воздуха, поступающего в область из промышленных районов Северного Китая.
Прочие типы антропогенного воздействия	Населенные пункты, обслуживающие нефтегазоразведочные комплексы. Научно-исследовательские рейсы в области высокой Арктики в 1958-1975 гг. со стороны США. Морской транспортный путь из порта Инувик моря Бофорта в Берингово море, функционирующий ежегодно с 1 августа по 20 сентября; ежегодный тоннаж < 500000 мт.

9. Северо-Канадская область: уровень риска 3 (Канадский Арктический архипелаг, Северо-Арктический шельф, бассейн Сведрупа, о-ва Королевы Елизаветы, о-ва Сведруп).

Добыча нефти и газа: Мелвилло-Сведрупская провинция. Франклин-Маккензинская провинция	Нефтедобыча, строящийся компанией «Polar Gas», США газопровод от нефтяных месторождений Уайтфиш, Маклеан, Киско и др. Провинция высокоперспективна по нефтегазодобываемости; добыча нефти и горючих газов на месторождениях в районе дельты р.Маккензи и района Маккензи-Бэй (Аткинсон, Тактояктук и др.); проводится газопровод компанией «Polar Gas», США от месторождений Тапсиут и Киггавик, функционирующий нефтепровод компаний Alaska Pipeline Co, Alaska Service Pipeline Co, Northwest Alaska Pipeline Co. Отдельные районы провинции перспективны по нефтегазодобываемости.
Промысловое хозяйство	Вылов рыб (в районах устьев рек – форель, щука, сиговые и др.), морского зверя (морж, тюлень).
Прочие типы антропогенного воздействия	Ряд населенных пунктов, имеющих торгово-транспортные и другие функции, несколько аэропортов; в целом воздействие их незначительно несколько морских транспортных путей из портов Баффинова залива в Северную Атлантику, функционирующий ежегодно с 15 июля по 10 октября; ежегодный тоннаж менее 500000 мт.
Добыча пол. иск.	Разработка полезных ископаемых (свинец, цинк, серебро, золото).
Химическое загрязнение	Зафиксированные концентрации повышенных значений Σ ДДТ, ГХБ, ГХЦГ, ПХБ, ртути в тканях дикого оленя, морского тюленя и яиц приморских птиц, гнездящихся на побережье островов Канадского Арктического архипелага (по данным АМАР). Высокий уровень концентрации ПХБ в организмах зоопланктона (>100 μm) в прибрежных водах и Северных Канадских озерах. Высокий уровень концентрации Cd в тканях полярного медведя, белуги.

10. Элсмиро-Лабрадорская область: уровень риска 0.

Промысловое хозяйство	Чрезмерный вылов морского зверя (морж, тюлень, кит) и рыбы (лососевые, треска, палтус) местным населением.
-----------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

11. Гренландская область: уровень риска 1.

Сельское и промысловое хозяйство	Лов морских животных в прибрежно-шельфовой области (кит, тюлень, морж), рыб (палтус, треска, лососевые), лов промыслового зверя в зоне прибрежной территории (дикий олень, мускусный бык, песец).
----------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Добыча полезных ископаемых	Добыча полезных ископаемых на прибрежных территориях, освоенных человеком (каменный уголь, криолит, свинцово-цинковые руды).
Химическое загрязнение	Повышенные значения Cd, Hg и Pb в тканях отдельных видов промысловых животных.
Прочие типы антропогенного воздействия	Несколько аэропортов, морские транспортные пути, населенные пункты в расположены в прибрежной зоне в основном в юго-западной части Гренландии; их воздействие на окружающую среду незначительно.
Радиоактивное воздействие	Повышенные значения концентрации Pu-239, Pu-240 в составе прибрежных вод территории.

12. Гренландскоморская область: уровень риска 1.

Сельское и промысловое хозяйство	Район является одним из основных, ведущих зарубежных районов по лову рыбы в Арктике (основные промысловые виды: пикша, треска, палтус), морского зверя (кит, тюлень, морж, белуха). Значительные объемы улова Ислендии, Норвегии, Канады.
Прочие типы антропогенного воздействия	Несколько морских транспортных путей из портов Гренландии в Северную Атлантику, функционирующие ежегодно с 15 июля по 10 октября; ежегодный тоннаж 500000-3000000 мт.
Химическое загрязнение	Повышенные значения концентрации Cd в тканях белуги и кита (по данным АМАР). Значительный уровень поступления загрязненного индустриальными выбросами атмосферного воздуха из региона Северной Америки, регулярно поступающего с циклонами.

На основе объединения данных об экологических и географических особенностях отдельных районов Арктических морей были выделены геоэкологические районы, на которых показано состояние экосистем с учетом совокупного воздействия природных факторов и уровня экологической нагрузки на данный участок акватории. В результате, кризисные в экологическом районировании районы по уровню техногенной нагрузки (включая воздействия от нефтегазовых разработок) и которые, одновременно, являются неустойчивыми к внешним нагрузкам в силу своих природных особенностей, выделены как районы с наиболее кризисной сложившейся геоэкологической ситуацией.

Выявленные пространственно-временные закономерности динамики природно-антропогенных процессов позволяют установить сравнительные оценки интенсивности антропогенного воздействия на арктические экосистемы, особенно учитывая интенсивную деятельность по освоению нефтегазовых ресурсов края, и могут быть использованы при дальнейшей работе для районирования геоэкологических зон Арктического бассейна.

Список источников и литературы

1. Айбулатов Н. А., Артюхин Ю. В. Геоэкология шельфа и берегов Мирового Океана. СПб: Гидрометеиздат, 1993.
2. Айбулатов Н. А., Плишкин А. Н., Сапожников Ю. А. и др. Цезий-137 в донных осадках западной части Карского моря. Гидрометеиздат, 1993.
3. Айбулатов Н. А. Экологическое эхо холодной войны в Российской Арктике. М., ГЕОС, 2000.
4. Живые ресурсы пелагиали и бентали Баренцева моря в районе обустройства и эксплуатации Штокмановского газоконденсатного месторождения (ГКМ). Мурманск, ПИНРО, 1997.
5. Барина Г. М., Краснов Е. В. Геоэкологическое картографирование и моделирование – основа управления приморским регионом. // ГИС для устойчивого развития территорий. Материалы международной конференции. СПб., 2002. С. 164-166.
6. Бикмаметова М., Бакалов В. Экологические проблемы Мирового океана // Науч. труд. студ. и преп. каф. МЭО Челябинского института коммерции МГУК. Челябинск, 1997. С. 13-14.
7. Бойцов В. Д. и др. Треска Баренцева моря (биолого-промысловый очерк). Мурманск: ПИНРО, 1996.
8. Дворкин Е. Н., Соколов В. Т., Тимохов Л. А. Развитие информационных технологий в океанографии как элемента мониторинга природной среды Арктики. // Гидрометнаука.