

ОТЗЫВ

о реферате П.А. Лименковой "Использование геоинформационных методов при эколого-географическом картографировании Мирового океана"

В реферате рассмотрены научные принципы и геоинформационные технологии эколого-географического картографирования и особенности их применения при изучении экологического состояния и картографировании Мирового океана.

Автором исследованы основные особенности эколого-географического картографирования Мирового океана, определяемые необходимостью его рассмотрения как единой гидродинамической системы, неразрывно связанной с прилегающими территориями водосборных бассейнов на суше.

Проанализированы возможности интеграции методов картографии, геоинформатики и аэрокосмического зондирования для изучения и картографирования океанов и морей. Рассмотрены принципы информационного обеспечения картографирования, факторы, которые необходимо учитывать при изучении и отображении экологического состояния морских экосистем, а также геоинформационные технологии создания эколого-географических карт и атласов. Подчеркнуты преимущества ГИС-технологий для пространственного анализа сложного взаимодействия природных и антропогенных факторов экосистем Мирового океана.

Особое внимание уделено проблемам эколого-географического картографирования морей арктического бассейна, и в первую очередь, арктических морей России, подробному изложению существующих методов их геоинформационного картографирования, особенностям моделирования и визуализации природной и антропогенной составляющих информации. Рассмотрены подходы к разработке концепции создания эколого-географического атласа арктических морей России.

Реферат написан на хорошем научном уровне и заслуживает отличной оценки.

Профессор кафедры картографии и геоинформатики
географического факультета МГУ



И.К. Лурье

11 августа 2004 г.

МОСКОВКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА КАРТОГРАФИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ

РЕФЕРАТ

**“Использование геоинформационных методов
при эколого-географическом картографировании Мирового океана.”**

выполнила:
Леменкова П.А.

Научный руководитель:
д-р геогр. наук, проф. Лурье И.К.

Москва – 2004

В в е д е н и е.

Картографическое изучение акваторий Мирового океана вызывает множество проблем, связанных с методикой проведения работ, научной проработкой вопросов проектирования и составления карт и др. Сложность задач отражения различных аспектов состояния экосистем в акваториях вызывает необходимость создания как серий эколого-географических карт и эколого-географического Атласа, так и оперативных карт, показа взаимодействия и взаимозависимости компонентов экосистем акваторий, учета прикладного характера решаемых проблем. В настоящее время, несмотря на возрастающий интерес к картографированию Мирового океана, отсутствует общепринятая концепция картографирования акваторий отдельных морей, не разработаны критерии оценки различных компонентов экосистем, методические приемы, отсутствуют унифицированные легенды и макеты карт различного содержания и масштаба, инструктивные документы по содержанию и организации работ.

Сейчас на первое место при изучении состояния акваторий выдвигаются экологические факторы и условия, отражающие территориальные особенности и закономерности развития экосистем. При этом ставится задача не только констатации напряженности экологической обстановки, превышения допустимых норм по концентрации загрязняющих веществ в природных средах или объемах их выброса промышленными предприятиями, но и анализа причинно-следственных связей в изучении миграций контаминантов в экосистемах, причины и основные пути поступления загрязнителей в акватории [2].

Множество показателей и параметров, которые необходимо учитывать и использовать при оценке состояния акваторий, при выработке конкретных мер по предотвращению возникновения экологического кризиса и необратимых последствий, требует создания автоматизированных систем их сбора и переработки данных экологического характера, включая автоматизированное картографирование.

На первых этапах развития автоматизированного картографирования в задачи ЭВМ вменялось проведение необходимых математических расчетов и представление их в графическом виде. Естественно, такое представление было далеко от привычных карт и методы автоматизированного картографирования не могли найти широкого распространения. Однако революционные изменения в области технических средств и разработка мощных доступных программ за последние годы привели к тому, что автоматизированные методы из области научных разработок перешли в область практического использования. Современный этап автоматизированного картографирования – это **геоинформационное картографирование**, т.е. автоматизированное составление и использование карт на основе геоинформационных технологий и баз географических (геологических,

экологических, социально-экономических и др.) знаний.

1. Основные задачи эколого-географического картографирования Мирового океана.

В последние десятилетия интенсивное антропогенное воздействие в процессе использования ресурсов Мирового Океана привело к загрязнению отдельных его акваторий, нарушению всего комплекса природных условий, уменьшению природной способности морских экосистем к самоочищению. Локальное загрязнение и его негативные последствия нередко приобретают в морях крупномасштабный, и даже глобальный характер.

Научным основанием для контроля состояния природной среды морских акваторий является геоинформационное картографирование Мирового океана, т.к. оно позволяет оперативно и комплексно учитывать природную взаимосвязь элементов морских экосистем, а также динамику природных явлений, т.е. играет важную роль в создании системы комплексного экологического мониторинга [10].

Основные загрязняющие вещества поступают в морскую среду через атмосферные переносы, с речным и терригенным стоком. Наряду с огромными массами промышленных и коммунально-бытовых сточных вод, ежегодно поступающих в море без какой-либо очистки, источниками загрязнения являются также оросительные системы, сельскохозяйственные смывы, нефте- и газопромыслы на берегах и на шельфе, гидротехническое строительство, аварийные сбросы нефти с судов и нефтепроводов. Ежегодно в моря поступают такие опасные загрязняющие вещества как нефть и нефтепродукты, фенолы, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), хлорированные и ароматические углеводороды, токсичные металлы, сульфаты, хлориды и др. Загрязнители, поступающие в акватории морей, распределяются в них неравномерно, концентрируются главным образом в верхнем эвфотическом слое, в прибрежных районах, в областях схождения водных масс, на внешних контурах моря, то есть в экологически важных биотопах морской среды, где создается основная часть биологической продукции [2].

Континент и морские бассейны являются двумя составными частями единой экосистемы, причем любые изменения (даже самые незначительные) на континенте в первую очередь сказываются на нарушении функционирования внутренних водоемов и открытых морских акваторий.

Для понимания путей миграции и трансформации загрязняющих веществ в экосистеме шельфа, а также для корректной интерпретации выявленных аномалий необходим комплексный анализ всех составляющих природной среды – аэрозолей, водной толщи, донных осадков и биоты.

Процессы преобразования вещества в океане носят обычно нестабильный характер, интенсивность физических, химических и

биологических процессов распределена не равномерно, а сосредоточена в узких зонах активной трансформации вещества, которые являются граничными поверхностями океана. На этих активных поверхностях происходит резкое скачкообразное изменение интенсивности природных процессов, которые по обе стороны от таких граничных поверхностей носят различный характер. Поэтому эти активные поверхности можно представить как природные барьеры. Остальные части океана являются относительно однородными, химически инертными и биологически мало активными областями [2]. Зоны повышенной трансформации вещества и энергии за счет гидродинамических, физических, химических и биологических процессов возникают обычно в местах пересечения нескольких граничных поверхностей. Это прибрежные зоны, кромка льда (арктические моря), фронтальные зоны - места встречи водных масс разного происхождения и разных характеристик. К районам развития наиболее активных гидродинамических и термодинамических процессов атмосферы и морской акватории относятся подводные источники, вулканы и скважины, устья рек, каньоны, проливы. Они служат каналами повышенного обмена вещества между морем и глубинными слоями литосферы.

Этим фронтальным, барьерным зонам свойственны большие градиенты скорости и плотности вод, неустойчивость и интенсивные среднемасштабные циркуляции наподобие анти- и циклонических вихрей атмосферы. С этими океаническими вихрями связаны все фронтальные разделы, которые увеличивают площадь соприкосновений различных водных масс и вовлекают во взаимодействие глубинные и поверхностные воды. По обе стороны от этих разделов обнаруживаются воды с разными температурами и показателями солености. Ширина наиболее резких фронтальных зон колеблется от 50 до 500 м. Поэтому при картографировании внутренних и окраинных морей особое внимание уделяют шельфовой зоне - району повышенной интенсивности географических процессов [11].

При картографировании природной среды морских акваторий рассматриваются следующие факторы:

- Основные характеристики океанических вод: температура, соленость, плотность воды поверхностных слоев изучаемых морей.
- Океанографические условия: морские течения, циркуляция вод.
- Биогенные элементы - фосфаты; общий фосфор; азот нитритный, аммонийный, общий; кремний.
- Береговые процессы, обуславливающие поступление терригенного материала в прибрежные районы.
- Донные отложения.
- Атмосферная циркуляция.
- Естественная устойчивость экосистем прибрежных участков и морских акваторий.

Факторы антропогенного и техногенного происхождения:

- Промышленность, особенно добыча полезных ископаемых (нефти и газа на побережье и на шельфе, угля, золота, урановых руд) и загруженность

- различными видами транспорта в прибрежной зоне.
- Уровень загрязнения рек в приустьевых участках, от которого зависит поступление ЗВ в моря, общие объемы их стока, объемы очищенных и неочищенных сточных вод.
 - Уровень и источники загрязнения сточными водами самих морских акваторий.
 - Основные источники загрязнения атмосферы, их структура, объемы выбросов в прибрежной зоне.
 - Транспортно-распределительные пункты и пути сообщения, морские пути, нефтепроводы, места базирования торгового и рыболовного флотов.
 - Районы радиоактивного заражения среды, сброса и совместного захоронения твердых и жидких радиоактивных отходов в море, базы атомного флота, атомные реакторы, предприятия по добыче и переработке урановых руд.
 - Населенные пункты, подразделенные по числу жителей.

2. Использование методов геоинформационного картографирования.

Для комплексного географического анализа экологических ситуаций важно иметь возможность связать различные данные друг с другом, сравнить, проанализировать, просмотреть их в удобном и наглядном виде, создав на их основе необходимую карту, таблицу, схему, диаграмму. Для этих целей наиболее подходят современные ГИС-технологии, в самой концепции которых заложены всесторонние возможности сбора, интеграции и анализа любых распределенных в пространстве или привязанных к конкретному месту данных: на сегодняшний день имеется широкий спектр различных программ позволяющих строить картограммы, картодиаграммы, изолинейные изображения и т.п. и анализировать самые разнообразные картографические произведения.

В отличие от традиционных карт и атласов, карты, созданные методами геоинформационного картографирования, имеют существенные преимущества: оперативность создания и корректировки, компактность хранения, эффектность демонстрации средствами мультимедиа и т.д. Другим важным аспектом, не свойственным традиционным картам и атласам, является обеспечение геоинформационными методами возможности разного рода сопоставлений между картами на различные временные периоды; т.е. речь идет не о простом визуальном сопоставлении, что достигается и обычными картами, а о возможности наложения информации в любых сочетаниях. Это возможно лишь с использованием геоинформационного картографирования для решения поставленных задач. Простое визуальное сопоставление обычных карт, выпущенных в различные периоды, часто затруднено из-за различий в проекциях и масштабах.

Применение методов геоинформационного картографирования дает возможность приводить карты к одинаковым проекциям и масштабам, значительно облегчая сопряженный анализ ситуаций. Кроме того, возможности геоинформационного картографирования обеспечивают

быстрое преобразование содержания карт, т.е. трансформацию имеющихся карт и создание виртуальных атласов, отражающих динамику временных процессов.

Для решения поставленной задачи – отражение современного состояния акваторий Арктических морей России – необходимо не только получение серии конкретных карт эколого-географического характера и создание Атласа с использованием современных средств, но и разработка технологии их создания, обеспечения возможности разнопланового картографического изучения акваторий на базе компьютерных средств. Такая постановка проблемы требует решения ряда взаимосвязанных задач.

Первая из них - создание баз цифровых картографических моделей. Для всестороннего изучения акватории моря необходимо использовать разномасштабные картографические основы, обеспечивая при этом возможность перехода от карт мелкого к картам крупного масштаба. Источником для создания цифровых моделей служат соответствующие батиметрические карты (являющиеся, собственно, географической основой для Атласа).

Для решения же задач комплексного изучения морских акваторий требуется создание специализированных баз географической информации, которые отражают различные аспекты состояния и развития морских экосистем: характеристику природной среды, экологическую обстановку, и т.д. Здесь важно объединение данных именно разного характера, используемых для комплексного изучения состояния акваторий [6].

На следующем этапе автоматизированного картографирования осуществляются:

- обработка исходной информации (требует наличия развитых программных средств для решения конкретных картографических и содержательных задач)
- совмещение и трансформации карт, склейка листов
- географическая привязка созданных карт, поддержка различных картографических проекций; возможность аппроксимации нестандартных проекций
- создание банка картографических условных обозначений;
- согласование разномасштабных картографических материалов, при необходимости изменение системы координат;
- применение методов статистического анализа пространственных и временных совокупностей;
- использование аппроксимирующих функций для анализа географических полей и т.п.
- технологичный ввод и редактирование тематических специализированных карт
- пересчет векторной картографической информации экологического характера в сеточную форму для решения прогнозных и аналитических задач; создание полей распределения контаминантов

- по акватории
- поддержка широкого набора стандартных форматов ГИС и САПР

При этом предварительно готовится необходимый исходный материал, картографические и литературные источники; оцифровывается географическая основа и создается основной рабочий проект в ГИС-пакете, традиционно используют при этом, например, ArcINFO, MapINFO, ArcGIS, и др. (Хотя известно, что при создании карт с применением компьютерных технологии нередко возникает необходимость комбинирования, совмещения и доработки нескольких программных продуктов для проведения полного и детального эколого-географического исследования территории – т.е. работа на принципах модульной системы). Дополнительно создаются тематические информационные слои, которые должны отражать распределение отдельных компонентов природной среды по акватории и, соответственно, прилегающих частей суши (например, “типы поверхностных отложений”, “типы рельефа дна”, “распределение криолитозоны”, “направления течений”, и т.д.), кроме того в проект наносятся тематические информационные слои экологического содержания (например, “содержание Cs-137 в придонном слое вод”, “содержание ПХБ в донных осадках”, “распределение пестицидов в донных осадках” и т.д.).

На основании исходных данных составляется серия аналитических карт, отражающих загрязнение акваторий по отдельным видам контаминантов (например, загрязнение акватории ПХБ, Cs-137, нефтяными углеводородами, тяжелыми металлами, пестицидами и т.д.); при этом на всех картах показывают природные условия изучаемого региона: например, геологические, климатические условия акватории и прибрежной территории, распространение криолитозоны, распределение температуры воды, общее геоморфологическое строение территории и т.д. Далее, на основании анализа отдельных констатационных карт проводится комплексное районирование акваторий по экологическому состоянию.

Эколого-географические карты синтетического характера создаются на основе анализа всех предварительно составленных тематических слоев (при этом необходимо показать процессы переноса вещества внутри объектов окружающей среды, взаимосвязи компонентов единой геосистемы, т.к. необходимо учитывать как отдельный их вклад на общее экологическое состояние экосистемы, так и их суммарное воздействие на экологическое состояние региона) [9].

На акватории арктических морей России (Карского, Белого, Баренцева и Печорского) составлена серия эколого-географических карт, отражающих экологическое состояние акваторий по показателям концентрации различных загрязнителей, используя данные их ПДК и фактических концентраций. В качестве программного обеспечения для исследования экологического состояния морей и создания карт использовалось программное обеспечение ArcView GIS, Autotrace. Эти программные продукты обеспечивают решение различных задач, просты в эксплуатации, расширяемы

за счет дополнительных модулей, имеют широкие возможности по оперированию атрибутивной информацией и ее представлением, поддерживают работу с данными в форматах других программных продуктов.

В ArcView создавались базовые топологические слои пространственной информации исследуемой территории, такие как: гидрография, населенные пункты, административные и политические границы, береговая линия, а также визуализация, редактирование, комбинирование и анализ слоев информации, создание и редактирование легенд и таблиц атрибутивных данных, построение диаграмм, оформление различных компоновок карт для вывода и т.д.

Autotrace использовался, главным образом как векторизатор для оцифровки растрового исходного материала. Результаты эколого-географического картографирования существуют в среде ArcView GIS, что дает возможность проводить многослойный анализ карт. Они открыты для редактирования, объединения и преобразования в новые карты, а также для оперативного обновления. Анализ составленных карт позволил оценить негативные последствия антропогенного воздействия на прибрежные зоны и морскую среду, выделить экологически неблагополучные районы. Эти районы морей и прибрежной суши следует детально исследовать при создании системы эколого-географического мониторинга морских акваторий.

3. Особенности эколого-географического картографирования

эколого-географическое картографирование многоаспектно и охватывает в поле своего исследования большое количество как природных, так и антропогенных факторов, которые необходимо учитывать при создании как комплексных, так и тем более синтетических карт оценки экологической обстановки региона. Принципиальные сложности эколого-географического картографирования, ощутимые уже при картографировании наземных экосистем, еще более усиливаются при исследовании экологии акваторий, т.к. последние являются сложными по своей структуре многокомпонентные геосистемы, и любой анализ, любая оценка экологического состояния акваторий требует обязательного учета всех ее компонентов, “вкладов” их в общее состояние [6].

Зачастую сложности возникают при выборе той или иной классификации, т.к. как правило преобладают в основном качественные характеристики факторов, которые довольно трудно оценивать количественно; при отсутствии методик проведения комплексной оценки экологических фактов, процессов и явлений. Кроме того, при составлении синтетических эколого-географических карт невозможно давать оценки и строить прогнозы путем взаимного наложения, простого суммирования частных статических и динамических характеристик и покомпонентных оценок (как в комплексных картах).

Карты эколого-географического районирования являются итоговой оценкой экологической ситуации изучаемых акваторий, которая сложилась на данном этапе. Выделение районов будет проводиться на основании анализа суммарного воздействия отдельных контаминантов, и с учетом географических особенностей территории путем наложения тематических

слоев: содержание контаминантов (где наглядно отражена степень загрязненности отдельных участков акватории разными контаминантами, т.е. конкретно можно видеть, например, области, особо загрязненные цезием-137, ПХБ, тяжелыми металлами и т.д.) типы донных осадков, (т.к. на поверхностях с преобладающим распространением, например, глинистых осадков, процессы накопления и аккумуляции будут происходить гораздо интенсивнее и загрязняющие вещества гораздо дольше будут оставаться в таких грунтах, медленнее “вымываться” из грунтов, следовательно, эти поверхности гораздо более подвержены экологическому прессингу, чем, к примеру, песчаные, из которых “вымывание” контаминантов проходит намного интенсивнее) площади распространения криолитозоны (т.к. распространение криолитозоны непосредственно воздействует на экологическое состояние экосистем из-за различной скорости протекания химических процессов под действием различных температур) [5].

Уточнение линий границ районов проводится с учетом геоморфологического районирования территории, т.к. геоморфологически однородные районы показывают основные морфоструктуры районов (т.к. на поверхностях, где преобладающими являются процессы аккумуляции и седиментации происходит накопление веществ, в т.ч. Контаминантов). При этом на распределение контаминантов оказывают воздействие различные природные факторы, которые либо ускоряют либо, наоборот, тормозят протекание химических процессов. Поэтому на картах дополнительным фоном должны быть показаны следующие природные факторы: типы берегов, распределение ледового покрова, температура воды, направления течений, типы поверхностных отложений.

Берега являются зоной наибольшего видового видообразия, максимальной биопродуктивности, крупнейших месторождений нефти и газа. Кроме того, это зона интенсивного судоходства, портового строительства, т.е. испытывает максимальные антропогенные нагрузки.

В условиях полярного режима прибрежно-шельфовая зона имеет ряд особенностей: повышенную интенсивность ледового режима, ослабленность волновых процессов, активное морозное выветривание, развитие процессов солифлюкции, термической абразии и денудации.

В целом, наличие многолетней мерзлоты, избыточного увлажнения и криолитозоны замедляют в полярной зоне течение биохимических процессов, т.е. тем самым создают благоприятные условия для загрязнения экосистемы. Ледовый покров оказывает влияние на формирование подводного берегового склона, ослабляет интенсивность волнения и приводит к образованию пологого подводного склона, на котором накапливаются тонкодисперсные глинистые отложения, которые обладают способностью сильнее аккумулировать контаминанты, чем, например, песчаный грунт или ракушь.

При составлении карт для проекта Атласа должны быть изучены общие географические условия акваторий, распространение и особенности отдельных элементов геосистем и процессы переноса вещества между элементами окружающей среды, а также проанализирована их значимость, степень их воздействия на общее экологическое состояние окружающей среды. При этом необходимо акцентировать внимание не столько на констатации самого факта

загрязнения окружающей среды, сколько изучить причины поступления загрязняющих веществ в Арктические моря из различных источников, возможные пути переноса и осаждения тяжелых металлов, пестицидов, нефтяных углеводородов и радионуклидов и др. контаминантов по направлению с суши в реки, эстуарии, дельты и на континентальный шельф – в результате чего будет проанализировано итоговое состояние экологической ситуации региона.

На итоговых эколого-географических картах определены зоны сосредоточения загрязняющих веществ (т.е. зоны схождения путей переноса контаминантов) и осаждения загрязняющих веществ в донные отложения. В результате, в рамках планируемой работы в рамках Экологического Атласа должны быть составлены как аналитические и комплексные карты, отражающие взаимосвязи компонентов геосистем, так и карты эколого-географического районирования, которые являясь синтетическими по типологической классификации. Эколого-географические карты создаются на завершающем этапе работы, являясь, по сути, итоговой оценкой настоящей, сложившейся на данный этап ситуации изучаемых акваторий [9].

4. Картографирование морей Арктического бассейна.

Моря Баренцево-Карского региона (собственно, Баренцево, Белое и Карское моря) обладают уникальными рекреационными ресурсами. К сожалению, экологическое состояние морей следует признать сейчас неудовлетворительным, причем в связи с повышенным интересом к запасам нефте-газовых месторождений обстановка в экосистемах, непосредственно расположенных в районах нефтедобычи, продолжает ухудшаться; загрязнение их увеличивается, несмотря на некоторые принимаемые меры; ассимиляционная емкость морей (в наибольшей степени Баренцева) подорвана; стойкость их экосистем снижается, приближаясь в ряде мест к критической. Уменьшается также рекреационный потенциал бассейн [4].

В Арктике сходятся основные атмосферные потоки, речные и морские течения, которые обуславливают дальний перенос загрязняющих веществ в этот регион. Ввиду этого Арктика – потенциальное место для накопления загрязняющих веществ. Самые разнообразные процессы выводят эти загрязняющие вещества из атмосферы, океанов и рек, делая их доступными для растений и животных. Пищевые цепи служат главными биологическими путями для избирательного поглощения, усвоения, переноса, а иногда и концентрирования контаминантов арктическими растениями и животными, многие из которых впоследствии потребляются жителями Арктики. Структура и длина пищевых цепей существенно влияют на перенос и перераспределение загрязняющих веществ в пределах Арктики. Пресноводные и морские экосистемы характеризуются повышенными уровнями УОС по сравнению с наземными экосистемами ввиду более длинных и сложных пищевых цепей [10].

Местные источники радионуклидов, такие как захоронения радиоактивных отходов, места хранения ядерных материалов, аварии и

взрывы прошлых лет, вызвали радиоактивное загрязнение. В северо-западной части России наблюдается высокая концентрация радиоактивных источников. Они представляют собой потенциальную угрозу утечки значительного количества радионуклидов [7].

Сильные воздушные потоки, направленные на север, особенно над западной частью Евразии в зимний период, переносят загрязняющие вещества, например соединения серы и азота, УОС, радионуклиды, из низких широт в Арктику. Климатические особенности создают условия для селективного накопления ПХБ и некоторых пестицидов в Арктике.

Важную роль в переносе загрязняющих веществ в Арктику играют арктические реки, обуславливая его экстремальные сезонные колебания, связанные с ледоставом, таянием снега и льдов и паводками. Взвешенные вещества в дельтах Оби и Енисея, а также донные отложения в Индигирке и Печоре характеризуются высоким содержанием ПХБ и ДДТ. Процессы седиментации играют важнейшую роль в осаждении взвешенных частиц в эстуариях, дельтах и прибрежных арктических шельфах. Речной перенос является источником местного и регионального распространения радионуклидов, некоторых тяжелых металлов и нефти.

Загрязняющие вещества широко, но неравномерно распределены по территории Арктики. Географическая изменчивость их уровней обусловлена расположением точечных источников загрязнения, с которыми связаны высокие местные концентрации контаминантов, а также механизмом экологической конвергенции, т.е. схождения физических путей переноса и районов осадконакопления. Географическая изменчивость чувствительности к воздействиям связана с условиями природной среды, которые делают сходные концентрации биологически приемлемыми в одном районе и губительными в другом [10].

Наиболее загрязнены северо-западная и юго-восточная части Баренцева моря (собственно, где расположены основные очаги нефте- и газоконденсатных месторождений). Из многочисленных причин критического состояния Баренцева моря только одна может считаться объективной – расположении акватории бассейна на пути следования мощных струй северо-восточной части течения Гольфстрим – Нордкапского [11].

С речными стоками поступает наибольшее количество загрязняющих веществ, в том числе пестицидов, фенолов, минеральных удобрений, органики. В Баренцево море загрязняющие вещества попадают большей частью из атмосферы и по крупным рекам, которые способны перемещать их из загрязненных местностей, расположенных далее к югу вдоль рек. Шахты, открытые горные разработки, металлоперерабатывающие заводы, фабрики, бурение на нефтяных и газовых месторождениях, свалки отходов и населенные пункты могут быть дополнительными местными источниками загрязнения [1].

Распределение контаминантов в наземной среде во многом зависит от ландшафта, а также от физических и химических характеристик каждого из соединений. Водорастворимые соединения

переносятся при таянии снега поверхностными водами, грунтовыми водами и реками. Если они не распадаются, то обычно завершают свой путь в океане.

Загрязняющие вещества с низкой растворимостью в воде, как правило, сорбируются на частицах в почве или донных отложениях. Их судьба зависит от того, смывает ли эрозия почву в водотоки, и, если смывает, то что случится с этими смытыми частицами во время их путешествия по реке к океану.

Важную роль в перемещении загрязняющих веществ в наземной среде играет тающий снег. В течение зимнего периода контаминанты накапливаются в снежном покрове, поступая туда преимущественно из атмосферы. Глубокие снежные сугробы способны удерживать даже летучие вещества, которые тонким слоем снега высвобождаются назад в атмосферу. При повышении температуры водорастворимые вещества концентрируются в талой воде, и первоначальные 20–30 % талой воды могут удалить от 40 до 80 % суммарного количества загрязняющих веществ, имевшихся в снегу до начала таяния. Преобладающая часть талой воды стекает поверх промороженного грунта непосредственно в водотоки и озера. Талая вода способна также быть мощным фактором эрозии. В тех местностях, где был нарушен почвенный покров, текущая вода легко образует промоины и овраги, смывая почвогрунт [3].

Из всех загрязняющих веществ наиболее существенное значение имеет загрязнение Мирового океана нефтью и нефтепродуктами, которое может рассматриваться как пример глобального техногенного загрязнения. Это связано с возрастающей добычей нефти на морских акваториях, а также ее транспортировкой.

В результате освоения нефтяных месторождений увеличивается поступление нефтепродуктов при разработке месторождении, так и при транспортировке нефти, а также ее аварийных разливов. Разработка нефтяных морских месторождений особенно опасна для северных морей – из-за низких темпов химических и биохимических процессов, причиной чего являются низкие температуры атмосферы и, соответственно, гидросферы региона. Поэтому морские воды полярных широт загрязнены гораздо больше по сравнению с умеренными и тропическими зонами даже при одинаковых темпах поступления.

Дополнительный источник поступления нефтепродуктов в Баренцево море – отдельные струи системы Гольфстрима, которые насыщены нефтепродуктами из Северной Америки и Европы и имеют несколько зон разгрузки: Саргассово, Норвежское и Баренцево моря.

Неравномерное распределение загрязняющих веществ в пространстве обусловлено: различным географическим положением источников загрязнения и особенностями циркуляции вод, их вертикальным строением. Наибольшая концентрация загрязняющих веществ – в прибрежных относительно спокойных зонах, где осуществляется дампинг отходов.

Вблизи нефтяных платформ и вдоль основных транспортных маршрутов содержание нефтяных углеводородов на порядок выше, чем в

открытых частях моря [8].

Радиационная обстановка северных морей определяется выбросами и отходами, а также глобальным выпадением из атмосферы, вызванных испытанием ядерного оружия. Напряженная радиационная обстановка складывается в Мурманской области, где концентрации цезия-137, плутония и стронция-90 в организме жителей в 10–100 раз больше чем у жителей средних широт. Другим источником радиоактивного загрязнения морской среды является дампинг радиоактивных отходов. В Северной Атлантике и Тихом океане зафиксировано около 50 мест сброса радиоактивных отходов. Максимальное количество радиоактивного материала было захоронено Великобританией. Так, в Северной Атлантике ее доля составляет 77.5% всех сброшенных радиоактивных отходов [7].

5. Концепция создания эколого-географического атласа Арктических морей России.

Закономерным этапом на пути дальнейшей систематизации накопленных данных и их эффективному использованию должно послужить создание электронного атласа. Суть концепции электронного эколого-географического атласа – оценка природно-ресурсного потенциала и уровней экологической устойчивости акваторий морей к антропогенным воздействиям разного характера и интенсивности в различные сезоны года и синоптические циклы погоды.

Комплексное атласное картографирование является одним из наиболее эффективных методов пространственного анализа. Лучшие образцы научно-справочных атласов воплотили в себе основные аспекты системного подхода в географии, став, по сути, идейной основой географических информационных систем – ГИС. Многие атласы и по сей день являются их содержательным и методическим эталоном. Однако эти важнейшие источники географической информации в свое время были созданы лишь на отдельные территории регионов страны. Примеров же полноценного экологического атласа на акватории арктических морей нет. И если в последнее время появилось достаточно много работ, в том числе и картографических, затрагивающих различные аспекты экологического состояния территорий городской среды, то вопрос разработки и создания комплексных научно-справочных эколого-географических атласов морей требует своего решения.

эколого-географический атлас арктических морей России – научно-справочное географо-картографическое произведение, отличительной чертой которого является синтез и отражение природной и техногенной, а на прилегающих прибрежных территориях также демо-популяционной составляющих экосистемы в крупном масштабе.

Такой атлас должен показать:

- природно-ресурсный потенциал и природные особенности акватории;
- техногенно обусловленные источники загрязнения акватории, основные пути поступления контаминантов
- зоны и очаги экологического риска и факторы их обуславливающие;
- уровень антропогенной трансформации и хозяйственной нагрузки на прибрежные ландшафты;

Основные этапы при создании эколого-географического Атласа намечены следующие:

1. подготовка необходимого исходного материала, картографических и литературных источников
2. оцифровка географической основы и создание проекта работы в ГИС-пакете.
3. подготовка тематических информационных слоев включающих характеристику природных условий изучаемого региона: геологические, климатические условия акватории и прибрежной территории, распространение криолитозоны, распределение температуры воды, общее геоморфологическое строение территории и т.д.
4. добавление в проект тематических информационных слоев экологического содержания (например, "содержание Cs-137 в придонном слое вод", "содержание ПХБ в донных осадках", "распределение пестицидов в донных осадках" и т.д.)
5. составление серии аналитических карт, отражающих загрязнение акваторий по отдельным видам контаминантов (например, загрязнение акватории ПХБ, Cs-137, нефтяными углеводородами, тяжелыми металлами, пестицидами и т.д.)
6. проведение комплексного районирования территории по экологическому состоянию на основании анализа суммарного воздействия отдельных контаминантов, отдельных климатических, геоморфологических, геологических особенностей территории и т.д.
7. составление эколого-географических карт синтетического характера на основе анализа всех созданных предварительно тематических слоев (при этом показываются процессы переноса вещества внутри объектов окружающей среды, взаимосвязи компонентов единой геосистемы, т.к. необходимо учитывать как отдельный их вклад на общее экологическое состояние экосистемы, так и их суммарное воздействие на экологическое состояние региона).
8. согласование имеющихся карт в рамках единого проекта Атласа; совмещение и преобразование карт на основе широкого набора картографических проекций.
9. оформление итоговых карт в электронном виде (с возможностью доступа к данным через Internet).
10. построение геоинформационной системы для экологического

мониторинга и управления природными ресурсами акваторий.

11. подготовка и изготовление полноцветных презентационных материалов в печатном виде.

Атлас предназначен для практических целей природоохраны и администрации местного, регионального, национального и международного уровней, научно-исследовательских институтов, неправительственных экологических организаций.

Построение, компоновка, содержание и оформление атласа могут быть применены при атласном экологическом картографировании любого региона Мирового океана, а также могут служить основой для компьютеризации экологической обстановки и создания автоматизированной системы природопользования. По нашим данным аналога атласу, применительно к морскому району Баренцева-Карского региона, в мире нет.

Целью атласа является анализ экологической обстановки в Баренцево-Карском регионе, ее динамики, причин и источников загрязнения природных сред, нанесенного природе ущерба, выработка необходимых практических мер для защиты и восстановления природных сред. Карты должны быть сгруппированы в тематические разделы: общие сведения, геологическая среда, атмосферный воздух, радиационная обстановка, рекреационные ресурсы, биологические ресурсы, эколого-географический прогноз, приложения, и т.д.

Принцип построения атласа: сочетание графического изображения экологической обстановки с кратким пояснительным текстом к каждой карте или блоку однотемных карт; по каждой среде на специальных картах показывается степень изученности, содержание и состояние мониторинга, предложения по ее охране и восстановлению.

К настоящему времени использование методов автоматизированного картографирования позволило не только составить разнообразные тематические карты, характеризующие акватории северных морей России (главным образом, Баренцево-Карского региона) с учетом влияния различных контаминантов на состояние их экосистем, но и создать разноплановую базу исходной картографической, статистической и текстовой информации, т.е. по сути, основные компоненты для дальнейшей разработки эколого-географического атласа.

В атласе даются интегральные оценки природных условий, уникальных и ценных ресурсов, антропогенных изменений окружающей среды, эколого-географических условий освоения нефте-газовых месторождений, на основе которых возможно провести эколого-географическое районирование акваторий, охарактеризовать экологические условия отдельных регионов морей или же предусмотреть комплекс природоохранных мероприятий при разработке нефтедобычи.

Атлас должен удовлетворять ряду традиционных и специфических требований, обусловленных его функциональными особенностями: тематическая полнота и многосторонность содержания; внутреннее

единство в отношении содержания и форм представления информации; географическая конкретность и детальность; оптимальное сочетание интерпретации и обобщения данных с их справочно-фактологическим воспроизведением; смысловая направленность; современность; доступность, легкость восприятия информации; возможность быстрого получения справки; удобство пользования; высокие эстетические качества.

При проектировании эколого-географического атласа северных морей России системный подход осуществляется по двум направлениям:

а) при анализе подлежащей отображению сложной природно-социально-техногенной урбанизированной системы;

б) при разработке атласа как системно организованной модели, в которой выделяется структура содержания (тематические разделы, подразделы, блоки информации) и структура формы (комплекс знаковых средств и способов изображения информации). В единстве этих направлений и реализуется экологический научно-справочный атлас крупного промышленного города.

Целостность эколого-географического изучения должна быть обеспечена единым методологическим принципом - отображением системной зависимости состояния и изменения природной среды, ее ландшафтных особенностей, характера и интенсивности эксплуатации, непосредственного влияния нагрузок на природную составляющую.

При проектировании эколого-географического атласа важно правильно выбрать формы представления информации, обеспечив оптимальное ее восприятие пользователями с разным уровнем подготовки. Здесь необходимо разумное сочетание геоизображений (карты, аэро- и космические изображения, трехмерные модели), текстов и справочно-иллюстративного материала (таблицы, графические, фотографические и художественные изображения).

Для современных атласов характерно расширение тематического и типологического содержания карт, изменение структуры за счет изменения соотношения разделов и включения нетрадиционных разделов. Более широкое распространение получают карты динамики, оценочные, рекомендательные, прогнозные. Характерной чертой атласного картографирования в настоящее время является применение космической информации. Это все требует широкого использования геоинформационных технологий, позволяющих создавать обширные базы данных, выполнять операции по моделированию и оценке экологического состояния, получать новые нетрадиционные виды изображений, широко использовать возможности компьютерного дизайна как при оформлении отдельных карт, так и всего атласа в целом.

Геоэкологический атлас Арктических морей России в основном предназначен для выполнения информационно-познавательных, систематизирующих, нормативных и др функций; предназначен для разработки научно-обоснованных рекомендаций по экологически ориентированному природопользованию, для определения природоохранных

мер, включая ограничение и прекращение тех или иных воздействий на акватории; для экологической экспертизы проектов разработки эксплуатаций нефте-газовых месторождений; для оптимизации хозяйственной и природоохранной деятельности, устойчивого развития индустриального региона Севера, для анализа экологической ситуации на базе географических информационных систем и математико - картографического моделирования с целью принятия управленческих решений и для использования в научных исследованиях, а также для решения научных и учебно-воспитательных задач.

Список использованной литературы:

- 1) под ред. проф. Н.А.Айбулатова. Геоэкология шельфа и берегов России. М., «Ноосфера», 2001, 428 стр.
- 2) Айбулатов Н.А., Артюхин Ю.В. Геоэкология шельфа и берегов Мирового Океана. СПб: Гидрометеоиздат, 1993, 304 стр.
- 3) Айбулатов Н.А. Динамика твердого вещества в шельфовой зоне. Л., Гидрометеоиздат, 1990, с.274.
- 4) Айбулатов Н.А. Экологическое эхо холодной войны в Российской Арктике. М., ГЕОС, 2000, С.307.
- 5) Берлянт А.М., Баурчулу Т.С., Костиков А.Г., Суетова И.А. Составление эколого-географической карты арктических морей. Геодезия и картография. №12., 1996., с.40-45
- 6) Жуков В.Т., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Компьютерное эколого-географическое картографирование. , М., Научный мир., 1999., с.10-22.
- 7) Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Щипа Е., Риссанен К. Радионуклиды в экосистеме региона Баренцева и Карского морей. Апатиты; 1997, 207 стр.
- 8) Матишов Г.Г. Кризис экосистемы Баренцева моря: причины дестабилизации. Апатиты, ММБИ АН СССР, 1990, 65 с.
- 9) Сваткова Т.Г., Божиллина Е.А., Чистов С.В. Эколого-географическое картографирование. М., изд-во МГУ., 1998., с.21-33
- 10) Суетова И.А. Эколого-географическое картографирование Мирового океана. , М., изд-во МГУ, 2002., с.5-24
- 11) Суздальский О.В. Литодинамика мелководья Белого, Баренцева и Карского морей. Л., Недра, 1974, с.27-33.