

На правах рукописи

Юденкова Наталья Михайловна

**АКВА-РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ УГЛЕВОДОРОДАМИ**

Специальность 25.00.36. - геоэкология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Санкт-Петербург

2004



Работа выполнена на кафедре географии и геоэкологии Поморского государственного университета имени М.В.Ломоносова

Научный руководитель:

доктор географических наук, профессор В.М.Литвин

Официальные оппоненты:

доктор географических наук, профессор К.В. Чистяков
кандидат географических наук, доцент А.А.Соколова

Ведущая организация:

институт Озероведения РАН

Защита состоится «4» марта 2004 года в 17.00 на заседании диссертационного совета Д 212.199.26 по присуждению ученой степени доктора наук при Российском государственном педагогическом университете имени А.И. Герцена по адресу: 191 186, г. Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48, корп. 12, ауд. 5.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке университета РГПУ им. А.И. Герцена.

Автореферат разослан «4» февраля 2004 года

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат географических наук, профессор



О.В.Соколов

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Исследования в области экологии Балтийского моря остаются актуальными уже на протяжении многих десятилетий. И это не только из-за действительно серьезных экологических нарушений в природной системе моря, которые произошли под воздействием высокой антропогенной нагрузки, но также по причине огромной природной ценности морских прибрежных ландшафтов Балтийского моря. Их разнообразие и красота представляют собой настоящее природное наследие для современного общества и будущих поколений региона. В условиях настоящего уровня антропогенного воздействия и интенсивного характера использования ресурсов моря многие его ландшафты нуждаются в постоянном экологическом наблюдении и охране (Авакян, 1993; Алхименко, 1995).

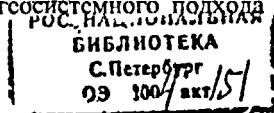
Среди всех видов химического загрязнения загрязнение углеводородами представляет большой научный интерес. В отличие от загрязнения тяжелыми металлами, по которым в Балтийском море за последние 20 лет были достигнуты отрицательные тренды, загрязнение углеводородами имеет более постоянный и устойчивый характер, а по сравнению с хлорорганическими соединениями концентрации нефтяных значительно выше.

Исследования в открытом море показали, что нефтяные углеводороды - наиболее трудно определяемый в количественном отношении вид химического загрязнения из-за множества природных углеводородных соединений (в том числе и нефтяных) присутствующих в морской среде Балтики (Бруевич, 1978).

Для развития новую направления современной географии - экологической географии - представляется актуальным изучение аква-региональных особенностей загрязнения природной среды. Региональные эколого-географические исследования нефтяного загрязнения Балтийского моря позволяют выявить не только географические особенности загрязнения для моря в целом с учетом его природной специфики, но и обеспечивают привязку экологических проблем к конкретным природным районам моря.

Исследование аква-региональных особенностей нефтяного загрязнения Балтийского моря имеет в первую очередь большое значение для планирования хозяйственной деятельности в бассейне Балтики, в особенности деятельности морского транспорта, и для рационального использования его ресурсов, которые в настоящее время освоены на очень высоком уровне. Также глубокое изучение свойств природных компонентов отдельных районов Балтийского моря, их взаимосвязи и взаимодействия с таким видом антропогенной нагрузки, как нефтяное загрязнение является важной основой для формирования системы природоохранных мероприятий в море.

Таким образом, проблема эколого-географического изучения нефтяного загрязнения Балтийского моря на основе геосистемного подхода с учетом



природных и антропогенных факторов, влияющих на распределение нефтяных углеводородов в природной системе моря, имеет большую актуальность.

Объектом исследования являются аквально-региональные комплексы Балтийского моря.

Предмет исследования - процессы естественноисторического и антропогенного загрязнения аквально-региональных комплексов Балтийского моря с учетом особенностей их морфологического строения и составляющих компонентов.

Цели исследования - изучение факторов, закономерностей и особенностей загрязнения региональных и локальных геосистем Балтийского моря для обоснования системы мероприятий по оптимизации их экологического состояния.

Основными задачами представленной работы явились:

обзор истории изучения нефтяного загрязнения в Балтийском море;

анализ природных особенностей Балтийского моря и выявление природных факторов, влияющих на распределение нефтяных углеводородов в его геосистемах регионального и локального уровней;

оценка современного уровня нефтяного загрязнения аквально-региональных комплексов Балтийского моря от различных источников, их классификация и определение антропогенных факторов современного нефтяного загрязнения моря;

выявление географических особенностей распределения нефтяных углеводородов в геосистемах Балтийского моря как результата взаимодействия свойств природной среды и антропогенных факторов нефтяного загрязнения моря;

определение уровня загрязненности аквально-региональных комплексов Балтийского моря с учетом различий их морфологии и состояния природных компонентов при помощи методики многоуровневой оценки составляющих природного потенциала и антропогенной нагрузки нефтяного загрязнения.

Поставленные задачи осуществлялись при помощи анализа, сравнения и обобщения географических и океанологических материалов по нефтяному загрязнению Балтийского моря, статистических данных о нефтяном загрязнении моря. Также проводились полевые исследования на локальном уровне в береговой зоне (Калининградская область, Литва) и в открытой части моря (Арконский бассейн, Зунд). На завершающем этапе исследования был освоен и применен для Балтийского моря метод многоуровневой экологической оценки загрязненности ландшафтных районов моря нефтяными углеводородами.

Общеметодологической основой для работы стали такие принципы как целостность и системность. Под системностью понимается общее единство

взаимодействия всех компонентов природной среды и тесная взаимосвязь всех природных процессов и факторов в формировании природных условий.

Под целостностью понимается имеющее определенную упорядоченность в пространстве разнообразие типов взаимодействия природных факторов. Это разнообразие выражается не только в региональных, но и в локальных различиях природных условий. Выделяющиеся в результате этих различий природные системы обладают иерархичностью и выражают системность в организации природной среды.

Научной основой для диссертации послужили многолетние географические, океанологические и экологические исследования состояния Балтийского моря, выполненные с начала 60-х годов Государственным океанографическим институтом (1978, 1997), а также совместными международными проектами балтийских государств («Балтика», «BOSEX») (1984, 1989, 1979) и международными организациями (HELCOM, ICES) (1994, 2003). В работе использовались монографические работы Л.А. Зенкевича (1956), О.К. Леонтьева (1973), А.С. Моница (1984), Ю.А. Израэля (1975), А.В. Цыбань (1995), И.А. Морозовой (2000), А.И. Симонова (1977, 1978), С.Г. Орадовского (1994, 1999), В.К. Ситникова (1975), Г.А. Айзатуллина и В.Л. Лебедева (1976), В.М. Литвина (1991, 1995), М.П. Нестеровой (1977), Ф.С. Терзиева (1975, 1977), А.Е. Антонова (1987, 1994), А.В. Смирновой (1977, 1989), И.С. Шпаера (1982), а также зарубежных исследователей К.-Х.Роде и Л. Брюгмана (1982), СР. Карлберга и С.Б.Скартстеда (1972), Б. Ганнинга и П. Бромана (1985), П. Хупфера (1982), Р. Лоу и Е. Андрулевича (1983), Л. Рюдлинга (1976), К. Лаанеметс (1987).

Большое значение в работе имели научные труды в области морского ландшафтоведения В.И. Лымарева (1990, 1991, 2002) и В.М. Литвина (1991, 1995)] в области морского ландшафтоведения и природопользования.

На базе методики А.Ю. Опекунова (2002) по оценке устойчивости и экологического состояния морей России, была разработана методика оценки уровня загрязненности морского района с учетом его природного потенциала и уровня антропогенной нагрузки.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые в изучении загрязнения Балтийского моря углеводородами выявлены особенности и закономерности этого процесса для аквально-региональных геосистем с учетом различий разнообразия их морфологии и особенностей компонентов морской среды.

Для выявления аква-региональных особенностей нефтяного загрязнения моря за основу взят тот принцип, что именно природные свойства и процессы морской геосистемы имеют основное влияние на характер распространения поступивших в море загрязняющих веществ: их перенос, характер химического и физического преобразования, ассимиляцию, концентрирование в отдельных компонентах системы и выведение за ее пределы. Для этого в работе были проанализированы природные свойства моря с точки зрения их влияния на нефтяное загрязнение. Также была сделана классификация типов источников нефтяного загрязнения по

нескольким признакам. Была произведена количественная и качественная оценка каждого источника и его доля в общем объеме поступающих в Балтику нефтяных углеводородов различного происхождения. Особое место среди источников нефтяного загрязнения Балтийского моря отведено деятельности морского транспорта, который признан в работе доминирующим и приоритетным для оценки уровня реальной антропогенной нагрузки нефтяного загрязнения на морскую среду.

На основе анализа взаимодействия свойств природной среды и антропогенных факторов загрязнения установлены географические особенности нефтяного загрязнения Балтийского моря и значение отдельных свойств природной среды и некоторых антропогенных факторов для уровня нефтяного загрязнения в Балтийском море.

На основе существующей схемы физико-географического районирования и изученных географических особенностей природной среды и антропогенных факторов нефтяного загрязнения произведена комплексная экологическая характеристика аквально-региональных геосистем Балтийского моря в связи с углеводородным загрязнением.

Важным и завершающим этапом работы стала классификация аквальных регионов Балтики по уровню загрязненности нефтяными углеводородами, что является важным моментом в географической картине изучаемого явления в Балтийском море. Ранее подобных исследований не проводилось.

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в разработке и использовании качественно нового подхода к изучению нефтяного загрязнения моря и в применении основ аквально-регионального и эколого-географического районирования морских систем.

Практическое значение состоит в определении географических закономерностей распределения нефтяных углеводородов, значения свойств природной среды и антропогенных факторов для уровня нефтяного загрязнения и в выделении геосистем моря по уровню загрязненности, что может быть использовано для дальнейшего планирования природопользования и природоохранной деятельности в бассейне Балтики.

Достоверность результатов исследования определяется использованием данных международного уровня, большинство количественных характеристик взято из материалов трудов международных организаций, эти характеристики интегрированы и обладают высокой надежностью и степенью сопоставимости.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Особенности углеводородного загрязнения аквально-региональных комплексов Балтийского моря обусловлены как различиями их морфологии и составляющих компонентов, так и интенсивностью антропогенного воздействия.

2. Природные особенности аквально-региональных комплексов, а также источники, объем и характер поступления углеводородов, являются основой их типологической классификации.

3. Качественная и количественная оценка природного потенциала и антропогенной нагрузки является важнейшей составляющей ландшафтно-экологического подхода к изучению факторов и закономерностей углеводородного загрязнения аквальных геосистем Балтийского моря и их классификации по уровню загрязненности.

4. В пределах Балтийского моря выделяются аквальные геосистемы, природный потенциал которых в настоящее время справляется с углеводородным загрязнением в результате протекающих в них естественноисторических процессов, а также геосистемы со слабым природным потенциалом, наиболее уязвимые к антропогенным нагрузкам и требующие первоочередных мероприятий по снижению их негативного воздействия.

Апробация работы и публикации. Основные положения диссертации и представлены на региональных и центральных отечественных конференциях, а также на международных конференциях и опубликованы в виде тезисов докладов и статей.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографии. Объем диссертации - 189 страниц, в том числе 135 страниц машинописного текста. В диссертации представлено 29 таблиц и 22 рисунка. Библиография содержит 158 источников, в том числе 16 иностранных.

Автор выражает сердечную благодарность Василию Иосифовичу Лымареву за помощь в завершении настоящей работы в связи с преждевременной кончиной научного руководителя, Владимира Михайловича Литвина.

Основные положения и результаты диссертационного исследования

Во введении изложена актуальность темы исследования, объекты и предмет исследования, цели и задачи, общеметодологическая основа и научная новизна, теоретическая значимость и практическое значение работы, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Обзор истории исследований нефтяного загрязнения Балтийского моря» проведен анализ истории исследования загрязнения Балтийского моря углеводородами, выявлены основные изученные аспекты и будущие перспективы изучения данной проблемы

Во второй главе «Природные свойства Балтийского моря, оказывающие влияние на уровень нефтяного загрязнения Балтийского моря» рассмотрены основные типы берегов моря, метеорологический режим, гидрологические и гидрохимические и биотические особенности, условия седиментации и характер ассимиляционных процессов в море.

Динамика атмосферы сообщает активность верхнему деятельному слою вод, в этом заключается полезная для природного потенциала моря роль активных метеорологических процессов над морем. Однако, неустойчивые направления и сила ветра над Балтикой не способствуют формированию постоянных течений. С одной стороны, это увеличивает рассеяние веществ внутри морского бассейна, с другой - не делает вынос НУ (нефтяных углеводородов) из бассейна стабильным.

Низкие температуры и малое количество тепла, получаемого морем, снижает его энергетический потенциал как экосистемы, ограничивая не только производство органического вещества, но и скорость биологической ассимиляции и деструкции веществ, что также сказывается и на скорости потоков НУ в экосистеме моря.

Термическая стратификация вод по вертикали создает относительно благоприятные условия для растворения нефти лишь в поверхностном слое (0 - 50 м) и преимущественно в летнее время. Температурные характеристики вод для каждого отдельного района моря являются важными показателями его природного потенциала и, следовательно, способности его природной среды воздействовать на нефтяное загрязнение. Большие региональные различия в термической структуре водных масс и их разный потенциал специфичны только для Балтики. Серьезным процессом, тормозящим растворение и разложение НУ в Балтике, является ледовый режим. Термический режим вод Балтийского моря создает относительно благоприятные условия для растворения НУ в большей степени в южных и юго-западных районах. С другой стороны, по сравнению с морскими бассейнами умеренной зоны температурные условия вод Балтики не самые выигрышные для снижения уровня нефтяного загрязнения.

В поверхностных горизонтах концентрации кислорода достаточно высоки для участия в окислении НУ. Для придонных слоев Балтийского моря наличие кислорода и продолжительность его пребывания в разных районах моря, является сильным положительным фактором утилизации морской средой НУ. Возникновение же бескислородного слоя в придонных горизонтах некоторых районов моря увеличивает загрязненность моря НУ.

Движения вод в Балтийском море происходят благодаря: поверхностным течениям, которые имеют неустойчивый характер, водообмену с Северным морем, поверхностным циклоническим вихрям, «плотностным» течениям, инерционным придонным течениям, вертикальной циркуляции под воздействием атмосферных процессов и ветрового волнения, а также благодаря внутренним волнам на границах внутренних сред.

Из-за отсутствия крупных устойчивых поверхностных течений в Балтике большую роль в миграции НУ на поверхности играют мелкомасштабные вихри и кратковременные течения. Такая специфика поверхностной динамики вод способствует быстрому сглаживанию различий в концентрациях на поверхности моря.

Живое вещество, являясь важным экологическим фактором в утилизации загрязняющих веществ, из-за низкой численности и разнообразия

в Балтике оказывает слабое воздействие на общую картину загрязнения моря НУ. Представленная характеристика происхождения и распространения гидробионтов моря выражает относительную бедность его фауны, особенно в северных и восточных районах.

Специфика седиментации в Балтике состоит в быстром удалении взвеси из водной толщи, концентрировании ее в придонных горизонтах и медленном осадконакоплении. Это приводит к быстрому проникновению НУ вглубь моря, концентрированию их в придонных горизонтах и возможному вторичному загрязнению вод.

Третья глава «Источники поступления углеводородов в Балтийское море» раскрывает основные типы источников загрязнения Балтийского моря, их долю, объемы и характер поступления углеводородов в море. Проводится оценка риска нефтяного загрязнения от деятельности морского транспорта как наиболее активного источника нефтяного загрязнения.

За 2000-2001 годы в Балтике произошло 119 аварий разного рода (HELCOM, 2003), большая их часть происходила в припортовых акваториях, проливах, особенно на входе в Балтийское море и в Финский залив. Из 119 аварий 9 привели к нефтяным разливам в море. Самая крупная нефтяная авария в море в результате столкновения двух судов, «Балтик Керьер» и «Терн», в районе Арконского бассейна на выходе из Малого Бельта произошла 29 марта 2001 года. Объем вылившихся из двойного корпуса танкера «Терн» нефтепродуктов составил 2500 м³ (1750 тонн) из 2756,41 м³ нефти, вылившейся в море от всех 9 аварий за 2000-2001 годы. В среднем в год в Балтийское море в результате аварий выливается от 2000, максимум - до 5000 тонн НУ.

Оценка риска аварийных разливов нефти показывает, что на 1995 год среднее число аварийных разливов нефти в Балтике составляло 2,87 в год. При сохраняющейся величине грузооборота нефти в Балтике статистическое количество аварийных разливов нефти во время заходов судов в порты возросло до 3,52 в 1996 году, а в связи с осуществлением планов по увеличению возможностей нефтеоборота в портах Балтики оно увеличилось до 4,86 аварий в год к концу тысячелетия.

Статистическое количество разлитой нефти в результате аварии в районе Балтийском море было равно 693 тонн в 1996 году, при среднем количестве аварийного разлива по Мировому океану в 300 тонн. В 1998 году количество аварийно разлитой нефти в среднем по Балтике составило 775 тонн. Статистическое количество разлитой нефти в Балтике в результате аварий к началу нового тысячелетия возросло до 799 тонн в год и при сохраняющейся тенденции роста нефтеоборота в море может увеличиться до 1475 тонн в год в ближайшее десятилетие.

Четвертая глава «Географические особенности в распределении углеводородов в Балтийском море» посвящена изучению региональных закономерностей нефтяного загрязнения, связанных как с его природными свойствами, так и с рядом антропогенных факторов. Показан характер распределения углеводородов в водной толще, донных осадках и биоте.

В результате общего анализа совместного действия рассмотренных в работе природных особенностей моря и антропогенных факторов его нефтяного загрязнения выявлены следующие географические особенности в распределении НУ для Балтийского моря в целом:

I. Зоны повышенного содержания НУ в открытой части Балтики в соответствии со схемой поверхностных течений моря являются зонами завихрений циклонического и антициклонического характера, образуемых этими течениями. При преобладающем воздействии юго-западных ветров такими зонами являются Арконский, Борнхольмский бассейн, и юго-восток Готландского. Здесь возможно наибольшее концентрирование выносимой поверхностными течениями взвешенной нефти.

II. Как показали многочисленные наблюдения за перемещением загрязняющих веществ в море, во фронтальных зонах и зонах разгрузки течений всегда наблюдаются повышенные концентрации загрязнителей.

Зона разгрузки течений - это участки, на которых происходит резкое снижение скоростей течений и концентрирование загрязняющих веществ, переносимых течением. Зонами разгрузки течений являются изолированные от открытой части моря заливы и мелкие бухты побережий. Следовательно, прибрежная зона Балтики имеет более высокий уровень загрязнения по сравнению с открытой частью моря.

III. В вертикальной толще воды высокие концентрации НУ будут встречаться на поверхности (пленочная нефть), а также на уровне термоклина и галоклина, что связано с устойчивой вертикальной стратификацией, препятствующей свободному проникновению НУ вглубь водной толщи.

IV. Малые глубины моря и соответственно небольшой объем по сравнению с другими морями ограничивают степень рассеяния НУ в море и разбавление концентраций. Поэтому уровень загрязнения моря на фоне других морских бассейнов выше в непосредственной близости от источников.

V. Изолированное географическое положение моря от открытой части океана затрудняет водообмен Балтики и, следовательно, увеличивает время пребывания НУ в море и повышение их уровня до опасных концентраций вблизи от крупных источников загрязнения: крупные нефтепорты и нефтетерминалы Балтики (Вентспилс, Порво, Гетеборг), напряженные участки транспортных магистралей (Датские проливы).

VI. Высокие скорости седиментации по сравнению с Мировым океаном связывает большие объемы НУ в донных осадках и снижает доступность нефти к разложению живыми организмами.

Определена роль в характере загрязнения таких свойств природной среды, как тип берега, метеорезим, гидрологические и гидрохимические особенности, особенности биоты, условия седиментации. Также охарактеризовано для Балтийского моря значение таких антропогенных факторов, как освоенность, грузооборот портов, количество перевозимой

нефти, количество заходов судов с нефтяным грузом в порты, количество нефтяных аварий, число наблюдаемых нефтяных пятен, модули стока.

В пятой главе «Ландшафтно-экологический подход к районированию загрязнения Балтийского моря углеводородами» проводится оценка уровня загрязненности углеводородами отдельных районов Балтийского моря с помощью методики качественной оценки.

Районирование нефтяного загрязнения Балтийского моря стало заключительным итогом эколого-географического исследования на ландшафтной основе. Как видно из предыдущих глав, уровень загрязненности в определенном районе моря формируется, благодаря свойствам природной среды и антропогенным факторам нефтяного загрязнения, которые сами по себе являются совокупностью целого ряда показателей соответствующего происхождения (Рис. 1).

Под природным потенциалом понимается потенциально заложенная в морской экосистеме способность сохранять состояние нормального функционирования и развития при гармоничном взаимодействии всех компонент под воздействием внешних неблагоприятных природных и антропогенных факторов.

Для оценки уровня природного потенциала взяты следующие показатели: гидрографические условия, метеорологический режим, гидрологические условия, седиментационные процессы и роль живого вещества (Табл. 1). Роль каждого показателя для природного потенциала была рассмотрена в таблице четвертой главы. Берега, аккумулятивного типа, имеющие признаки затопления, сложную систему прибрежных озер, мелководий и низменных равнин признаны наиболее уязвимыми для нефтяного загрязнения. Напротив, берега абразионного типа, с крутыми склонами, сложенными скалистыми породами из всех типов берегов в Балтике наименее уязвимы для нефтяного загрязнения. При характеристике значения типа берега в каждом районе взят преимущественный тип, т.е. тип берега с наибольшей протяженностью. По степени открытости наиболее слабый природный потенциал имеют глубоко вдающиеся в сушу, изолированные районы, что препятствует выносу НУ в открытую часть моря. Степень открытости не всегда связана с водообменом. Многие удаленные от открытой части моря районы Балтики имеют слабый водообмен.

Водообмен также связан с характером циркуляции и объемом вод в районе, которые зависят от рельефа дна и глубин.

Климатическая зональность в Балтике имеет только три характеристики, так как море расположено в трех климатических областях (Северная, Центральная и Южная). Показатель климатической зональности является важным и емким для определения уровня природного потенциала. Отдельно характеризуется ветровой режим Балтики, так как его географические особенности отличаются большой сложностью в бассейне Балтики. Следует учитывать не только силу, но и устойчивость ветров. Из гидрологических показателей для характеристики природного потенциала выбраны температура вод, их стратификация (устойчивая и неустойчивая,

периодически устойчивая и постоянно устойчивая), кислородные условия (наличие или отсутствие бескислородного слоя) в водной толще и водообмен (слабый, ограниченный, неограниченный).

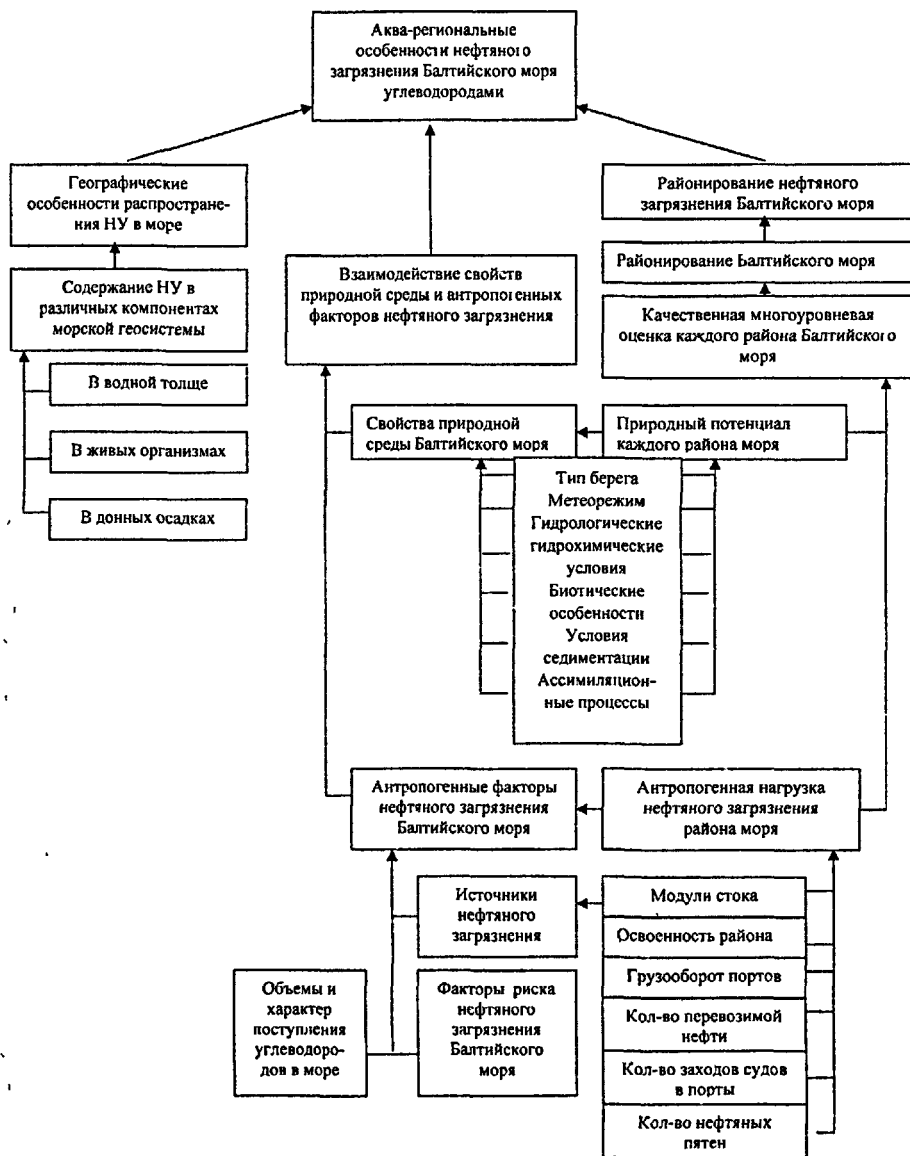


Рис. 1 Структура эколого-географического исследования нефтяного загрязнения Балтийского моря (составлена автором)

Таблица 1

Модель качественной оценки уровня загрязненности физико-географического района Балтийского моря нефтяными углеводородами (составлена автором)

Уровень загрязненности района нефтяными углеводородами		Факторы		Показатели	
		Природный потенциал района			
Уровень загрязненности района нефтяными углеводородами	Природный потенциал района	Гидрографические условия	Тип берега		
			Степень изолированности		
		Метеорологический режим	Климатическая область		
			Ветровой режим		
			Температура вод летом, °С		
		Гидрологические условия	Температура вод зимой, °С		
			Стратификация вод		
			Наличие бескислородного слоя		
			Водообмен		
		Условия седиментации	Скорость седиментации, мм/год		
	Седиментационная емкость, $C = S_{\text{акватории}} / S_{\text{устойч. седиментации}}$ %				
	Биотические особенности	Первичная продукция, гС/м ² в год			
		Биомасса, г/м ³			
		Численность, число особей/м ³			
		Видовое разнообразие, к-во видов			
Антропогенная нагрузка	Потенциальная	Модуль стока		$R = (V_{\text{стока}} / S_{\text{акватории}}) 1000$	
		Условный модуль диффузного стока		$D = (L_{\text{берег. линии}} / S_{\text{акватории}}) 1000$	
		Условный модуль атмосферного загрязнения		$A = S_{\text{акватории}} / V_{\text{вод}}$	
		Условный модуль притока вод из Северного моря		$S = N_{\text{слоя вод Сев. моря}} / N_{\text{района}}$	
		Освоенность района		Плотность населения, чел/км ²	
	Действительная	Грузооборот нефти в портах		Млн.т/г	
		Количество перевозимой нефти		Млн.т/г	
		Количество заходов в порты судов с нефтяным грузом		Число заходов в год	
Действительная	Статистический риск аварийных разливов		Млн.т/г		
	Количество нефтяных пятен в результате операционных разливов		Число пятен в год		

Под седиментационными процессами понимается способность «выводить» НУ из водной толщи и захоранивать их в осадках. Скорость седиментации и доля площадей с устойчивой седиментацией (глубины более 60 м) в районах Балтики определяют эту способность. С другой стороны депонирование НУ в донных осадках - это не выведение их за пределы геосистемы, оно может стать источником вторичного загрязнения моря.

Однако для водной толщи седиментационные процессы играют важную утилизирующую роль.

Роль живого вещества районов Балтийского моря в формировании природного потенциала характеризуется с помощью ключевых показателей экосистемы. Это фундаментально важные для функционирования экосистемы первичная продукция, биомасса (подсчитана по сумме биомассы фитопланктона, зоопланктона и зообентоса), показывающая количество производимого живого вещества, а значит биоэнергетику экосистемы, численность, отражающую заселенность морской среды, и биоразнообразие как показатель устойчивости биоценозов к загрязнению. Надо сказать, что пониженные по сравнению с другими морями величины биомассы в районах Балтики указывают на слабый энергетический потенциал ее экосистем. Невысокое разнообразие свидетельствует о слабой способности биоценозов противостоять нефтяному загрязнению. Относительно высокая численность может стать решающим фактором в борьбе с НУ.

Антропогенная нагрузка нефтяных углеводородов, как общий объем НУ от всех источников, различного способа поступления и характера, складывается из потенциальной и действительной. Под потенциальной антропогенной нагрузкой понимается потенциальный объем НУ, который может быть привнесен в морскую среду Балтики вместе с составляющими приходной части баланса веществ в море.- Для характеристики потенциальной антропогенной нагрузки взяты специальные модульные коэффициенты. Они рассчитаны для поверхностного стока, имеющего точечный характер (модуль стока, R), для рассеянного характера поступления НУ в море с суши (т.н. условный модуль диффузного стока, D), для поступления НУ через атмосферу (условный модуль атмосферного загрязнения, A) и для поступления НУ с североморскими водами (условный модуль притока вод из Северного моря, S). Все модульные показатели не позволяют увидеть реальные объемы поступления НУ в море, однако они хорошо отражают возможный уровень загрязнения определенного характера.

Действительная нагрузка складывается из освоенности района моря, выраженной в плотности населения, годового грузооборота нефти в портах, количество перевозимой по акватории района нефти в год, количества заходов в порты судов с нефтяным грузом на борту, среднестатистического количества нефтяных аварий в районе и количества нефтяных пятен в результате операционных сливов с судов. Безусловно, все вышеперечисленные показатели действительной антропогенной нагрузки очень динамичны и растут с каждым годом. Однако наиболее надежные данные о показателях действительной антропогенной нагрузки географического характера дает Хельсинская Комиссия, начиная с 1995 года. Самые новые данные имеются для статистического показателя нефтяных аварий в море и количества нефтяных пятен, полученные в результате аэронаблюдений в рамках ХЕЛКОМа в 2001 году.

Методика качественной оценки уровня загрязненности районов Балтийского моря НУ заключается в балльной оценке определенного ряда

факторов природного потенциала и антропогенной нагрузки (потенциальной и действительной) для каждого ландшафтного района. Каждый фактор имеет набор количественных или качественных показателей. Значение каждого показателя определяется для каждого ландшафтного района Балтийского моря. Затем диапазон значений каждого показателя ландшафтных районов разбивается на четыре интервала. Каждый интервал получает характеристику, соответствующую определенному уровню, баллу. Чем более неблагоприятное значение имеет тот или иной фактор для географической картины нефтяного загрязнения, тем ниже величина балла его оценки.

Суммарный балл природного потенциала определяется из числа баллов его показателей для каждого района. Все средние баллы по районам снова ранжируются на четыре уровня, или качественной оценки, природного потенциала. Каждому из ландшафтных районов присваивается один из уровней, так называемый ранжированный балл.

Далее находится суммарный балл всех показателей антропогенной нагрузки для каждого ландшафтного района. Все суммарные баллы по районам также ранжируются на четыре уровня, или качественной оценки, антропогенной нагрузки нефтяного загрязнения на район.

Таким образом, в результате мы получаем четыре уровня оценки природного потенциала, которые будут иметь ландшафтные районы, и четыре уровня оценки антропогенной нагрузки нефтяного загрязнения на морские районы Балтики.

Сумма уровней оценок природного потенциала и антропогенной нагрузки позволяет увидеть общий уровень загрязненности каждого района. Чем меньше эта сумма уровней оценок, тем выше уровень загрязненности района НУ) (Табл. 2).

Таблица 2

Оценка уровня природного потенциала, антропогенной нагрузки и степени загрязненности углеводородами в районах Балтийского моря (составлена автором)

Района	Природный потенциал	Антропогенная нагрузка	Суммарный балл	Уровень загрязненности углеводородами
Ботнический залив	1	4	5	II (значительный)
Ботническое море	1	4	5	II (значительный)
Финский залив	1	2	3	I (высокий)
Рижский залив	3	3	6	III (средний)
Готландский бассейн	3	3	6	III (средний)
Гданьский бассейн	3	4	7	IV (низкий)
Борнхольмский бассейн	4	3	7	IV (низкий)
Арконский бассейн	4	2	6	III (средний)
Проливная зона	4	1	5	II (значительный)
Каттегат	4	1	5	II (значительный)

Конечным результатом качественной оценки ландшафтных районов Балтики по уровню нефтяного загрязнения стала карта загрязненности районов моря НУ с учетом антропогенной нагрузки и их природного потенциала (Рис. 2).

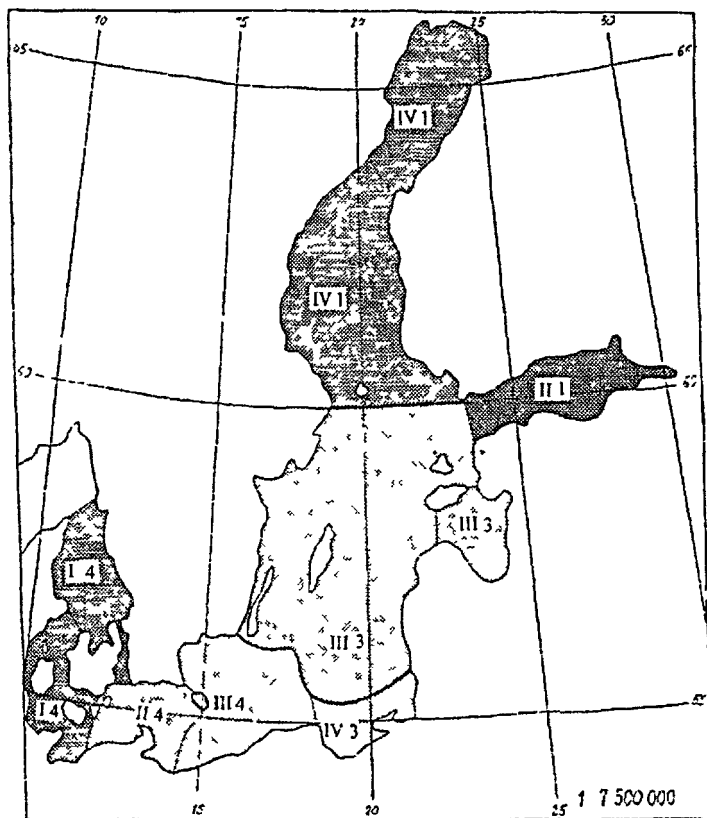


Рис. 2 Райсирование Балтийского моря по уровню загрязненности углеводородами на ландшафтной основе (составлена автором)

Уровень загрязненности  высокий  значительный

 средний  низкий

Антропогенная нагрузка I – высокая II – значительная III – средняя IV – низкая
 Природный потенциал 1 – очень низкий 2 – низкий 3 – средний 4 – повышенный

В *заключении* приводятся основные выводы и результаты балльной оценки уровня загрязненности ландшафтных районов НУ.

Таким образом, выявлено четыре уровня загрязненности, которые были получены при сопоставлении природного потенциала и антропогенной нагрузки нефтяного загрязнения.

Высокой загрязненностью отличается Финский залив с очень низким природным потенциалом и значительной антропогенной нагрузкой.

Значительной загрязненностью НУ отличаются районы Ботнического залива и Ботнического моря из-за низкого природного потенциала, хотя они и имеют низкую антропогенную нагрузку. Также это Проливный район и Каттегат, где природный потенциал, наоборот повышенный, а антропогенная нагрузка высокая.

Средний уровень загрязненности НУ - в районах Готландского бассейна и Рижского залива со средними уровнями и природного потенциала и антропогенной нагрузки. Также средний уровень загрязненности имеет Арконский бассейн. Однако здесь географическая картина складывается из повышенного природного потенциала и значительной антропогенной нагрузки.

Наконец, низкую загрязненность НУ имеют Гданьский бассейн, где средний уровень природного потенциала справляется с низкой антропогенной нагрузкой, и Борнхольмский бассейн, где природный потенциал повышенный и справляется со средним уровнем антропогенной нагрузки.

Таким образом, на первом месте по степени загрязненности НУ стоит Финский залив, на втором - Ботнический залив, Ботническое море, Проливная зона и Каттегат, на третьем - Рижский залив, Готландский и Арконский бассейны, и на четвертом - Гданьский и Борнхольмский бассейны. Осуществленная в настоящей работе методика определения уровня загрязненности районов Балтийского моря на ландшафтно-экологической основе позволяет не только определить степень загрязненности каждого района моря НУ, но и установить действительно определяющую роль природной составляющей в географической картине нефтяного загрязнения Балтийского моря. Как видно природный потенциал района играет зачастую решающую роль в снижении или увеличении уровня антропогенной нагрузки. Поэтому в Балтике можно выделить районы, где природный потенциал еще может справиться с нефтяным загрязнением, а также районы со слабым природным потенциалом. Полученные сведения могут использоваться для планирования развития транспорта нефтепродуктов в Балтийском море. Также разработанная методика определения уровня загрязнения может быть применена для любого другого загрязняющего вещества с учетом специфики его географического влияния на морской бассейн и характера экологического воздействия факторов природной среды на этот вид загрязнения

Основные положения диссертации отражены в публикациях:

1. Юденкова Н.М., Нарожная Е.В. Загрязнение Балтийского моря полициклическими ароматическими углеводородами//XXIX научная конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников, аспирантов и студентов: тезисы докладов/КГУ.- Калининград, 1998. (0,05 п.л.)
2. Юденкова Н.М. Загрязнение Балтийского моря тяжелыми металлами//Международная научно-техническая конференция, посвященная 40-летию пребывания КГТУ на Калининградской земле и 85-летию высшего рыбохозяйственного образования России: тезисы докладов/ КГТУ,- Калининград, 1999. (0,07 п.л.)
3. Юденкова Н.М. Распределение тяжелых металлов в экосистеме Балтийского моря// XXX научная конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников, аспирантов и студентов КГУ: тезисы докладов/КГУ,- Калининград, 1999. (0,07 п.л.)
4. Юденкова Н.М. Влияние хлорорганических соединений на живые организмы//Комплексное изучение бассейна Атлантического океана: тезисы докладов/КГУ,- Калининград, 1999. (0,09 п.л.)
5. Юденкова Н.М. История изучения загрязнения Балтийского моря//Международная конференция по истории изучения Мирового океана: тезисы докладов,- Калининград, 2000. (0,05 п.л.)
6. Юденкова Н.М., Митюк О.В. Использование системы GRID в геоинформационных системах//VII международная конференция «Математика. Компьютер. Образование»: тезисы докладов/МГУ.- г. Дубна, 2000. (0,07 п.л.)
7. Юденкова Н.М. Загрязнение Балтийского моря хлорорганическими углеводородами, тяжелыми металлами и нефтяными углеводородами//Региональная океанология, № 3-4/15,- 2000. (0.4 п.л.)
8. Юденкова Н.М. Ртуть и ее поведение в морской экосистеме//Физическая география и океаническое природопользование на пороге XXI века: сб. науч. трудов/КГУ.- Калининград, 2000. (0.2. п.л.)
9. Юденкова Н.М. Основные тенденции в изменении концентраций некоторых химических загрязнителей//Сборник трудов XI Съезда РГО, т. 3, - Архангельск, 2000. (0.07 п.л.)
10. Юденкова Н.М. Деятельность Хельсинской Комиссии по охране природы Балтийского моря//Проблемы географических, биологических и химических наук. Материалы постоянных научных семинаров/КГУ.- Калининград, 2000. (0.3 п.л.)
11. Юденкова Н.М. Роль атмосферного переноса в загрязнении Балтийского моря тяжелыми металлами//Комплексное изучение бассейна Атлантического океана: тезисы докладов/КГУ.- Калининград, 2000. (0,05 п.л.)
12. Юденкова Н.М. Распределение тяжелых металлов в водном стоке Балтийского моря//Комплексное изучение бассейна Атлантического океана: тезисы докладов/КГУ.- Калининград, 2001. (0.05 п.л.)
13. Юденкова Н.М., Литвин В.М. Океаническое ландшафтоведение: задачи, методы, некоторые результаты//География, общество, окружающая среда: развитие географии в странах Центральной и Восточной Европы: тезисы докладов, ч. 1/КГУ.- Калининград, 2001 (0,07 п.л.)

Подписано в печать *3.02.04* Формат 60/84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Печать ризограф. Усл.печ.л. *1,25*
Тираж 100 экз. Заказ № *189*
Изд-во «Эпиграф».

" 3761