

*Е.Г. Дурягина*

## **МОНИТОРИНГ НЕФТЕРАЗЛИВОВ**

*E. G. Duryagina*

## **MONITORING OF OIL SPILLS**

*Растущая добыча нефти, глобализация нефтеперевозок и ввод в эксплуатацию новых добывающих провинций с каждым годом неизбежно приводят к увеличению количества нефтеразливов и огромным финансовым потерям. Загрязнение Мирового океана нефтью и нефтепродуктами – наиболее яркий пример глобального антропогенного воздействия. При разработке мероприятий по ликвидации аварийных разливов нефти используется методика оценки интегральной экологической чувствительности. Встает задача создания систем мониторинга районов наибольшего риска нефтеразливов как гаранта поддержания необходимого уровня экологической безопасности.*

*Ключевые слова: добыча нефти, нефтепродукты, загрязнение Мирового океана, чувствительность, уязвимость, экологический мониторинг.*

*Year by year growing oil extraction, globalization of oil transportation and development of new oil provinces result in increase of number of oil spills and huge financial losses. Pollution of the ocean by oil and oily products is the most dramatic example of global anthropogenic influence. During implementation of measures for oil spill elimination a methodology of integral ecology sensitivity is in use. A task of creation of monitoring system over areas with high risk of oil pollution as guarantor of necessary level of ecology safety becomes actual.*

*Key words: oil extraction, oily products, ocean pollution, sensitivity, vulnerability, ecological monitoring.*

Растущая добыча нефти, глобализация нефтеперевозок и ввод в эксплуатацию новых добывающих провинций с каждым годом неизбежно приводят к увеличению количества нефтеразливов и огромным финансовыми и природным потерям. С утечками нефти неизбежно сопряжены любые операции по ее добыче и транспортировке, хотя масштабы утечек очень различны и могут быть как сравнительно незначительными и легко аккумулироваться экосистемами, так и катастрофическими, уничтожая биоту целых морских районов.

Физическое свойство нефти покрывать тонкой пленкой огромные акватории даже при сравнительно небольших разливах приводит к тому, что даже незначительная утечка оборачивается крайне негативными последствиями. Спустя всего 10 мин после разлива 1 т нефти она покрывает область радиусом более 50 м, формируя так называемый нефтяной слик. Крупнейшие нефтеразливы прошлого века, такие, как крушение танкера Эксон Валдиз, Эрика, Престиж, необратимо преобразовали экосистемы в региональном масштабе, и ущерб от них оценивается в миллиарды долларов. Зависимость мировой экономики от нефтеуглеводородов и соответственно необходимость транспортировки их от

поставщика до потребителя заставили мировое сообщество и отдельные страны искать эффективные пути обеспечения экологической безопасности перевозок.

Россия является одной из ведущих энергетических держав мира. В июне 2006 г. страна вышла на первое в мире место по добыче нефти, обогнав Саудовскую Аравию. Значительная часть добываемой нефти идет на экспорт. Так, в 2005 г. 250 млн т из добытых 455 млн т было отправлено иностранным потребителям, причем 149 млн т морским путем. В период с 2002 по 2005 г. увеличение этого объема составляло в среднем по 60 млн т в год. Выход индустрии на шельф, растущее производство и высокие цены на энергоносители привели к усилению роли морских перевозок и созданию новых транспортных узлов. За последние пять лет произошла переориентация внешнего экспорта с традиционного трубопроводного транспорта на морской, и в дальнейшем эта тенденция будет только усиливаться. Одновременно с ростом морских перевозок колоссально возросли экологические и социальные риски.

Добыча нефти, особенно на шельфе, ее морские перевозки непрерывно растут. Растет и количество нефтепродуктов, попадающих в море. Общее количество нефти и нефтепродуктов, попадающих ежегодно в Мировой океан, по оценкам разных исследователей составляет от 6 до 12 млн т. Источники загрязнения распределены следующим образом: морской транспорт (промывные воды, докование, утечки, погрузочно-разгрузочные работы и т.д.) – 35 %; промышленные стоки – 13 %; морская добыча нефти – 1,5 %; речной сток – 32 %; поступления из атмосферы – 10 %; природные источники поступления нефти – около 10 % [Иванов, 2008]. Анализ космических снимков земной поверхности показывает, что области глобального нефтяного загрязнения совпадают с трассами морских перевозок и устьями крупнейших рек. К крупномасштабным зонам загрязнения относятся не только шельф, но и некоторые районы открытой части моря. Средняя загрязненность Балтийского моря превышает ПДК в несколько раз.

Загрязнения Мирового океана нефтью и нефтепродуктами – наиболее яркий пример глобального антропогенного воздействия. В настоящее время в Мировом океане практически нет такой области, где не ощущалось бы нефтяное загрязнение. Как известно, нефтяное загрязнение наносит наибольший урон окружающей среде. Особое беспокойство вызывает нефтяное загрязнение закрытых внутренних морей, к которым относится Балтийское море.

Увеличение объема перевозок морским флотом различных стран к 2015 г., по данным финского научно-исследовательского института VTT, представлено в табл. 1.

Как известно, Международная Морская Организация (ИМО) присвоила Балтийскому морю статус «Особо чувствительного морского региона». Финский залив является «Зонай приоритетной защиты», а его восточная часть с малыми глубинами, многочисленными отмелями и островами считается наиболее трудным и опасным районом для плавания.

В настоящее время на берегах Финского залива создаются новые нефтепорты как в российском секторе Балтики, так и в соседних странах. Введены в строй современные нефтеналивные терминалы в Приморске и Высоцке, увеличились контейнерные мощности Санкт-Петербурга, появились новые специализированные комплексы для сухих грузов в Усть-Луге. Это влечет за собой появление новых линий судоходства, увеличение риска аварий и еще большую нагрузку на экологические системы моря и прибрежных районов. Роль Финского залива как транспортного коридора, особенно в последнее время, значительно возросла, он становится ареной активного экономического освоения. Строительство крупных портовых комплексов, работы по прокладке Северо-Европейского газопровода, увеличение грузопотоков привели к существенному увеличению опасности разливов и загрязнения нефтепродуктами акватории Финского залива.

*Таблица 1***Увеличение объема перевозок морским флотом в Балтийском море к 2015 г.**

Страна	Общий объем погрузо-разгрузочных работ (млн т)	Объем погрузо-разгрузочных работ в бассейне Балтики (млн т)
Швеция (2 %)	200,5	108,0
Финляндия (2%)	125,0	80,0
Россия (7 %)	100,0	75,0
Эстония (4 %)	48,5	19,5
Латвия (2 %)	60,5	24,0
Литва (4 %)	20,5	10,5
Польша (4%)	90,0	36,0
Германия (2 %)	76,5	95,5
Дания (2 %)	138,0	55,5
Норвегия (2%)	132,5	56,0
Общий	972,0	540,0

Интенсивность судоходства в восточной части Финского залива является одной из самых высоких в Мировом океане. Серьезная проблема Финского залива – транспортировка нефтепродуктов. Большую опасность для водной экосистемы создают нефть и нефтепродукты, попадающие в океан вследствие аварийных ситуаций с нефтетанкерами и судами всех типов.

Финский залив является уникальным природным объектом: с одной стороны – это морской залив, часть Балтийского моря, хотя и обособленный, с другой – эта обособленность создает значительную замкнутость акватории и приближает Финский залив к типу внутриконтинентальных водоемов. В особенности это воздействие проявляется в прибрежных зонах (литорали), находящихся в зоне контакта воды и суши.

В заливе находится множество островов, крупнейшие из которых Березовые острова, Кокор, Нерва, Сескар, архипелаг Большой Фискаар, Котлин, Рондо, Соммерс, Гогланд и Мощный. Северо-восточная часть залива образует Выборгский залив, юго-восточная часть делится на Нарвский залив и «губы» – Лужскую и Копорскую. Часть залива между островом Котлин и дельтой реки Невы называют Невской губой.

В Российской Федерации выделены 35 особо охраняемых районов (международные Рамсарские территории). В прибрежной части Финского залива располагаются 15 особо охраняемых природных территорий (ООПТ): 11 из них – действующие, 4 – находятся на различных стадиях утверждения.

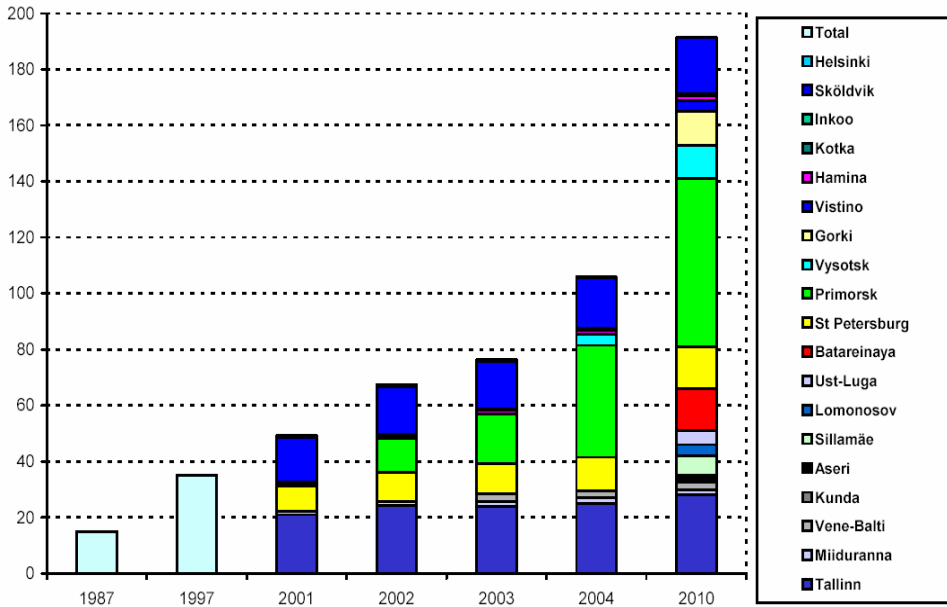


Рис. 1. Транспорт нефти в Финском заливе, 2004 г. (VTT, Publications 547, 2004)

Для южного берега Финского залива характерно сочетание крупных антропогенных объектов – агрокомплексов, атомной электростанции, сети портов и уникальных природных и исторических уголков – орнитологический заказник Лебяжий, Кургальский, Гостилицкий и Котельский заказники.

Наибольшая площадь морских акваторий из действующих ООПТ приходится на Региональные комплексные заказники «Березовые острова» (общая площадь 55 295 га, из которых акватория залива занимает 47 020 га) и «Кургальский» (общая площадь 59 950 га, площадь залива – 38 400 га).

При оценке чувствительности морских побережий к различным видам антропогенного воздействия, при разработке мероприятий по ликвидации аварийных разливов нефти (ЛРН) используется методика оценки интегральной экологической чувствительности [Погребов, 2003, 2003а, 2003б, 2005].

Она определяется специалистами ЗАО «ЭКОПРОЕКТ»:

– чувствительностью отдельных групп растений и животных к конкретным видам воздействия;

– способностью восстанавливать исходное обилие и структуру популяций, а также всю совокупность внутрисистемных связей после осуществления воздействия.

Потенциальная экологическая уязвимость акватории к антропогенному воздействию определяется ими не только различной экологической уязвимостью организмов к рассматриваемым видам воздействия, но и пребыванием на ней видов или групп растений и животных в том или ином количестве (или их отсутствием). Количественная оценка потенциальной экологической уязвимости акватории изменяется во времени и пространстве в соответствии с естественной динамикой состава, обилия и структуры биологических сообществ акватории.

Оценка современного экологического состояния морских и прибрежных биотопов Российской части Финского залива выполнена ими по классификации Хельсинской комиссии (HELKOM, 1998). Это предполагает оценку степени угрозы, под которой находится тот или иной биотоп, с определением его восстановительных способностей, а также классификацию видов антропогенных воздействий и самих биотопов.

Потенциальная уязвимость различных участков акватории и побережья моря к операциям, связанным с разработкой шельфовых месторождений или строительством портов, определяется различной частотой встречаемости в них организмов и их чувствительностью к возможным воздействиям (табл. 2). Отнесение видов к той или иной категории уязвимости базируется на результатах разработок, перечисленных выше. Эта балльная оценка учитывает не только чувствительность отдельных организмов к различным воздействиям, но и тяжесть последствий этих воздействий для популяций с учетом потенциала восстановления численности. Потенциал восстановления численности обусловлен особенностями экологии видов и репродуктивными возможностями, свойственными разным группам растений и животных.

Относительная уязвимость различных компонентов экосистем к прогнозируемым воздействиям задается исходя из накопленных знаний (табл. 2) и корректируется специалистами с учетом местной специфики.

Итоги работы представляют собой серию из нескольких (чаще всего – четырех) картосхем, на которых интегральная уязвимость региона охарактеризована пятью градациями в цветовой гамме – от красного – «очень высокая уязвимость», через желтый цвет – «средняя уязвимость», до зеленого – «незначительная уязвимость». Такого рода картосхемы построены строго формализованным образом, высоко наглядны, одновременно характеризуют уязвимость в пространстве и времени и не требуют специальных знаний для своей интерпретации. На сегодняшний день карты-схемы интегральной уязвимости построены по Российской части Балтийского моря (включая пролив Бьеркузенд и Лужскую губу в масштабе 1: 100 000).

Относительная уязвимость различных компонентов морских экосистем к основным видам антропогенных воздействий в прибрежье [Погребов, Пузаченко, 2003б]

Компонент экосистемы	Коэффициент относительной уязвимости				
	Геофизическая сейсмическая съемка	Увеличение количества взвеси в воде	Дампинг грунта	Нефтяная пленка	Диспергированная нефть
Фитопланктон	1	3	1	1	2
Зоопланктон	2	4	1	2	3
Макроводоросли	1	5	5	2	3
Сосудистые растения	1	1	2	3	2
Донные беспозвоночные	1	3	5	2	3
Рыбы (икра, мальки)	5	5	4	4	5
Рыбы (взрослые особи)	4	4	3	2	3
Птицы	2	3	2	5	2
Китообразные	3	1	1	4	2
Ластоногие	3	2	1	5	3

*Примечание.* «1» – наименьшая чувствительность, «5» – наибольшая чувствительность.

Наиболее уязвимыми районам Финского залива в отношении ожидаемых или возможных воздействий, являются:

– мелководные акватории побережья (в зависимости от сезона они ограничены глубинами, лежащими от уреза воды до глубины 30 или 50 м);

– участки залива, прилегающие к архипелагам или отдельным островам (наиболее чувствительно прибрежье островов Кургальского рифа, острова открытой части Финского залива);

– вершины заливов второго порядка (в первую очередь – Лужской, Копорской и, в меньшей мере, Нарвской губы и Выборгского залива).

Наиболее уязвимые сезоны (в порядке уменьшения экологической чувствительности) ранжированы следующим образом: лето > весна ≥ осень > зима.

Ниже приведены карты уязвимости пролива Бьеркезунд к эмульгированной нефти (рис. 2, 3). Весной и осенью к эмульгированной нефти наиболее чувствительны «южные ворота» пролива, к которым летом добавляется район мелководий вдоль северного берега. Оценка уязвимости к нефтяной пленке аналогична таковой к эмульгированной нефти, но зона уязвимости в летнее время расширяется за счет потенциального воздействия на гнездящихся птиц.

Напряженное судоходство в мелководном, изобилующем подводными опасностями, районе Финского залива сопряжено с повышенной вероятностью морских инцидентов. Развитие аварий часто происходит по сценарию с наиболее тяжелыми последствиями, что связано с запаздыванием реагирования, неадекватностью принимаемых решений, неоперативностью управления и неподготовленностью ликвидационных служб. Принимая во внимание современные тенденции добычи и транспортировки нефти, встает задача создания систем

мониторинга районов наибольшего риска нефтеразливов, как гаранта поддержания необходимого уровня экологической безопасности в местах интенсивного техногенного воздействия (рис. 4).

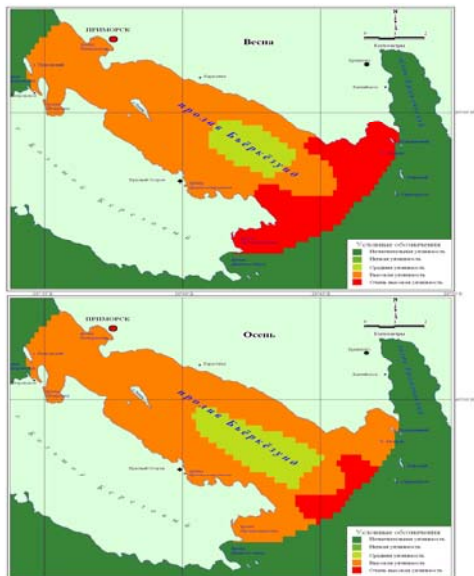


Рис. 2. Уязвимость к эмульгированной нефти весной и осенью

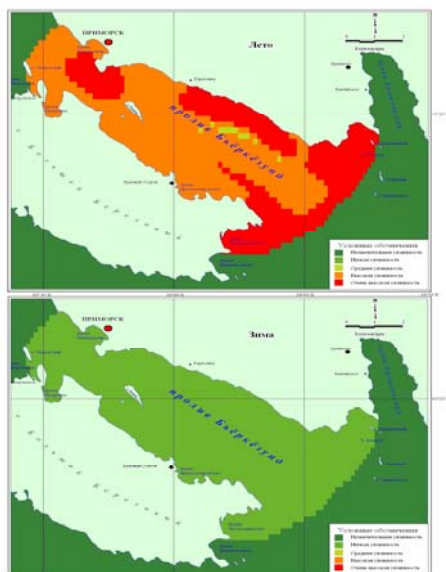


Рис. 3. Уязвимость к эмульгированной нефти летом и зимой

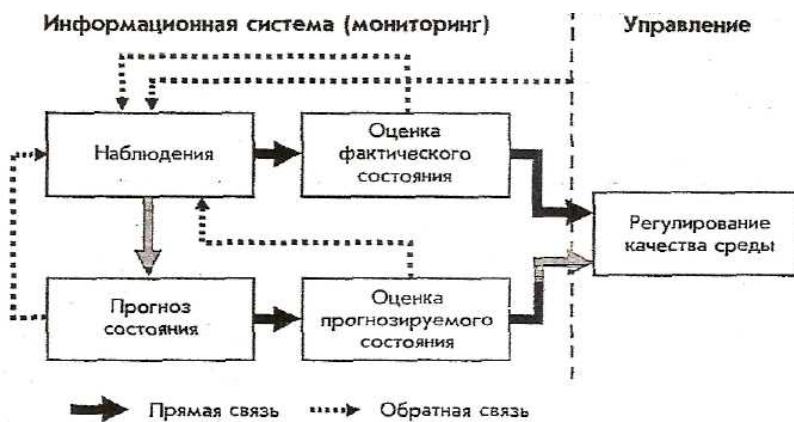


Рис. 4. Составляющие мониторинга

Главной целью экомониторинга является обеспечение государственных систем управления природоохранной деятельностью и экологической безопасностью окружающей среды своевременной и достоверной экологической информацией, необходимой для формирования экологически обоснованных

управленческих решений по стабилизации экологической обстановки. Он включает следующие направления деятельности: наблюдения за факторами воздействия и состояния среды; оценку фактического состояния среды; прогноз состояния окружающей природной среды и оценку прогнозируемого состояния.

Главными задачами экомониторинга являются:

- наблюдение за источниками и факторами природного и антропогенного воздействия;
- наблюдение за состоянием природной среды и происходящими в ней явлениями под влиянием антропогенной деятельности и оценка прогнозируемого состояния природной среды;
- оценка текущего состояния природной среды;
- прогноз изменения состояния природной среды под влиянием антропогенной деятельности и оценка прогнозируемого состояния природной среды;
- разработка на основе экологической информации управленческих решений, направленных на корректировку негативных изменений экологического состояния окружающей среды, возникающих в результате антропогенной деятельности.

Основными задачами экологического мониторинга морской среды является создание системы наблюдений за источниками и факторами антропогенных воздействий и биологическими эффектами в морских экосистемах, а также определение допустимой нагрузки на экосистемы (разрабатываемой на основе оценки, анализа и прогноза состояния морской среды).

На территории Российской Федерации экологический мониторинг является основной задачей деятельности Российской гидрометеорологической службы (Росгидромет). Кроме того, задачи экологического мониторинга решают организации, имеющие лицензии на осуществление данной деятельности на территории РФ.

Известно, что быстрота и правильность принятия решений зависит от полноты и оперативности получаемой информации и адекватности принятых управленческих решений. Это в полной мере относится и к случаям разлива нефти.

В настоящее время в решении экологических задач в морских акваториях и прибрежных зонах нашли широкое применение фотографические, телевизионные, спектральные, лидарные, тепловые, радиолакационные и другие виды наблюдений, которые производятся с наземных, судовых, аэрокосмических и других носителей. По охвату обслуживаемой территории и объему решаемых задач перечисленные системы мониторинга можно разбить на глобальные, региональные и объектовые (локальные).

Системы глобального мониторинга, предназначенные для решения экологических и других задач, главным образом используют аэрокосмические носители. Использование аэрокосмических методов диагностики находит широкое применение в решении задач, определяющих состояние Мирового океана. На



сегодняшней день созданы и успешно функционируют программы космического мониторинга наиболее загруженных транспортных районов.

Не менее важную роль играют системы регионального мониторинга морей, заливов и других акваторий регионального значения с целью изучения состояния, тематического картографирования, своевременности принимаемых решений.

Наряду с использованием глобальных и региональных систем мониторинга акваторий и прибрежных зон при решении экологических проблем большое значение придается системам объектового мониторинга. Пространственно-временные масштабы действия систем объектового мониторинга (зона ответственности) существенно меньше региональных, но они имеют большое значение, когда необходима оперативная информация об экологической обстановке при аварийных ситуациях в процессах загрузки и транспортировки нефтепродуктов и других экологически опасных веществ.

Структурная схема источников информации для системы экологического мониторинга морской акватории представлена на рис. 5.



Рис. 5. Структурная схема источников информации

В структуру комплексной системы экологического мониторинга акватории входят активные и пассивные дистанционные системы наблюдения за акваторией. Дистанционные методы зондирования с точки зрения оперативности и осуществления контроля больших акваторий представляют наибольший интерес. К ним относятся пассивные методы зондирования (радиотеплолокационные и телевизионные) и активные методы зондирования.

Наряду с пассивными способами приема теплового излучения представляют интерес и методы активного зондирования водной поверхности. К таким подсистемам относятся:

- оптические (лидары);
- радиолокационные (РЛС);
- гидроакустические.

Кроме того, классификация мониторинга основана и на других подходах.

Его можно осуществлять относительно источников воздействия на окружающую среду.

В современных системах мониторинга для обнаружения нефтяных загрязнений моря предпринимаются попытки полной автоматизации процесса обработки изображений и идентификации нефтяных разливов. Такие системы совмещают в себе аппаратные средства, программное обеспечение, дистанционные технологии, геоинформационные системы (ГИС) и подсистемы связи, что позволяет улучшить обнаружение, контроль нефтяных загрязнений и своевременное принятие решений о способе реагирования.

### **Литература**

1. *Иванов В.А., Показеев К.В., Шейдер А.А.* Основы океанологии. – СПб.-М.-Краснодар: Лань, 2008. – 573 с.
2. Интегральная оценка экологической чувствительности биоресурсов Финского залива к аварийным разливам нефти / *Погребов В.Б., Дмитриев Н.В., Кийко О.А., Чернова Н.В., Резвый С.П., Сагитов Р.А., Веревкин М.В.* // 6-я Междунар. конференция и выставка AQUATERRA. – СПб., 2003, с. 122–126.
3. *Погребов В.Б., Пузаченко А.Ю.* Экологическая уязвимость Баренцева, Белого, Балтийского, Черного и Каспийского морей к операциям по добыче и транспортировке нефти: сравнительный анализ // Освоение шельфа Арктических морей. Труды международной конференции РАО-03. – СПб., 2003а, с. 389–393.
4. *Погребов В.Б., Пузаченко А.Ю.* Интегральная чувствительность морских экосистем к нефтяному загрязнению // Мат. V научного семинара «Чтения памяти К.М. Дерюгина». – СПб., 2003б, с. 5–22.
5. *Погребов В.Б., Дмитриев Н.В., Кийко О.А., Резвый С.П., Сагитов Р.А., Чернова Н.В.* Экологическая уязвимость биоресурсов Лужской губы к строительству портовых сооружений и аварийным разливам нефти // Междунар. экологический форум «День Балтийского моря»: Тез. докл. – СПб.: Изд. дом «Герда», 2005, с. 82–84.
6. *Погребов В.Б., Сагитов Р.А., Дмитриев Н.В.* Природоохранный атлас Российской части Финского залива. – СПб.: Тускарора, 2006.