

УДК 504.064.2:628.394

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИ РАЗВЕДКЕ, ДОБЫЧЕ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

<sup>1,2</sup>Новоселов А.П., <sup>1</sup>Студенов И.И.

<sup>1</sup>ФГУП «ПИНРО» Северный филиал, Архангельск, e-mail: [novoselov@pinro.ru](mailto:novoselov@pinro.ru);

<sup>2</sup>Архангельский научный центр Уральского отделения РАН, Архангельск

Рассмотрены основные этапы мониторинга водных экосистем, имеющего свои особенности, периодичность и объектную направленность. Включает мониторинг среды обитания гидробионтов (гидрологические и гидрохимические параметры), и мониторинг различных групп гидробионтов (фито – и зоопланктон, зообентос, ихтиофауна, морские млекопитающие и водоросли). Сборы фоновых материалов, а также оперативный и долгосрочный мониторинг должен сопровождаться токсикологическим контролем в районах проведения работ и транспортировке углеводородного сырья.

**Ключевые слова:** водные экосистемы, мониторинг, периодичность наблюдений, углеводородное сырье, кормовая база рыб, ихтиофауна, морские млекопитающие, морские водоросли, этапы мониторинга

## METHODOLOGICAL ASPECTS MONITORING OF AQUATIC ECOSYSTEMS IN THE EXPLORATION, PRODUCTION AND TRANSPORTATION OF HYDROCARBONS

<sup>1,2</sup>Novoselov A.P., <sup>1</sup>Studenov I.I.

<sup>1</sup>FGUP «PINRO» North Branch, Arkhangelsk, Arkhangelsk, e-mail: [novoselov@pinro.ru](mailto:novoselov@pinro.ru);

<sup>2</sup>Arhangelsky Research Center, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk

The main stages of the monitoring of water ecosystems, which has its own characteristics, frequency and object-oriented. Includes monitoring of aquatic habitats (hydrological and hydro-chemical parameters), and the monitoring of the different groups of aquatic organisms (phyto – and zooplankton, zoobenthos, fish fauna, marine mammals and algae). Charges of background material, as well as operational and long-term monitoring should be accompanied by a poison control in the areas of operations and transportation of hydrocarbons.

**Keywords:** aquatic ecosystems, monitoring, frequency of observations, hydrocarbons, food base of fish, fish fauna, marine mammals, sea algae, monitoring stages

Известно, что на сегодняшний день нефтяная индустрия является наиболее прибыльной и быстро развивающейся отраслью на Европейском Северо-востоке России. При этом разработка и добыча нефтяных углеводородов на шельфе Баренцева моря и материке, а также транспортировка по внутренним водным путям и нефтепроводам, неизбежно оказывают негативное воздействие на среду обитания гидробионтов. Это вызывает необходимость мониторинга водных экосистем и оценки экологических последствий, в том числе и при возникновении аварийных ситуаций [2].

Мониторинг в целях управления водными биоресурсами ведется комплексно по ряду основных направлений. Прежде всего, рассматриваются фоновые абиотические условия среды обитания гидробионтов (качество вод) и, при наличии загрязнений, исследуется аккумуляция загрязняющих веществ в донных отложениях шельфовой зоны (возможность вторичного загрязнения). Далее проводится оценка состояния кормовой базы (зоопланктон и зообентос) в фоновых условиях и при имеющемся уровне загрязнения. И как конечный этап –

анализ состояния сырьевых ресурсов (промысловые беспозвоночные, водоросли, ихтиофауна и морские млекопитающие). На уровне организма рассматривается накопление токсикантов в органах и тканях рыб, занимающих различные экологические ниши (планктофаги, бентофаги, хищники). На популяционном уровне анализируется видовая структура ихтиоценозов, а также экология, численность и запасы конкретных промысловых видов [3].

При негативном воздействии антропогенных факторов проводится расчет ущерба рыбным ресурсам, а также анализ сукцессионных изменений, происходящих в сырьевой базе как в пространственном, так и во временном аспектах. В этой связи, исследования на водоемах должны проводиться с необходимой периодичностью. В практическом аспекте возможно ведение мониторинга по следующим схемам:

- ежегодно по разреженной сетке станций с оценкой основных показателей среды обитания и биологических показателей гидробионтов (при обязательном включении ключевых участков водных объектов и основных биотопов);

• с периодичностью не реже 1 раза в 3-5 лет по уплотнённой сетке станций.

Экологический прогноз осуществляется и корректируется по мере накопления материалов, позволяющих оценивать направленность дальнейших изменений состояния водных биоресурсов и прогнозировать вероятность возможных экологических ситуаций.

**Мониторинг среды обитания гидробионтов.** В ходе мониторинга среды обитания в водных экосистемах выполняются гидрологические и гидрохимические исследования.

В состав гидрологических наблюдений входят измерения температуры, солености, прозрачности и мутности воды. Для измерения их вертикального распределения используется зонд-профилограф с датчиком мутности. На каждой станции проводится одно зондирование. Фиксация измеренных величин производится с дискретностью один метр с поверхности до придонного горизонта (1-2 метра выше отметки дна). Прозрачность воды определяется визуально с помощью стандартного белого диска Секки. Отбор проб воды для определения содержания взвешенных веществ производится с поверхностного и придонного горизонтов одновременно с отбором проб воды для гидрохимических анализов.

Гидрохимические наблюдения включают отбор проб воды и грунта для определения содержания в них кислорода и БПК<sub>5</sub> (в воде), нефтеуглеводородов и бенз(а)пирена (в воде и донных отложениях) [5]. Отбор воды осуществляется *батометром* с поверхностного и придонного горизонтов, донных отложений – с помощью дночерпателей различных конструкций либо водолазами. Непосредственно в экспедиционных условиях производятся определение кислорода, биохимического потребления кислорода в пятисуточной экспозиции (БПК<sub>5</sub>) и экстракция проб воды на нефтяные углеводороды. Консервация проб воды и донных отложений для последующего анализа на биогенные вещества, нефтяные углеводороды, бенз(а)пирен и тяжелые металлы осуществляется по методикам, допущенным для целей государственного экологического контроля.

**Мониторинг гидробионтов.** Включает исследования кормовой базы рыб и ихтиофауны. Пробы для количественного и качественного анализа фитопланктона берутся с поверхностного и придонного горизонтов в объеме 1 литра. Материал фиксируется 4% р-ром формалина. Пробы концентрируются осадочным методом до 1 мл. Пробы на пигментный состав фитопланктона отбира-

ются с поверхностного горизонта и фильтруются через мембранные фильтры с размером пор 0,65 мкм. Образцы фильтров хранятся в морозильной камере в емкости с силикагелем. Пигменты микроводорослей определяются в лабораторных условиях стандартными методами [4, 6].

Пробы зоопланктона отбираются планктонной сетью «Джеди» (диаметр входного отверстия 36 см, мельничный газ № 38). После этого они фиксируются нейтральным 40% формалином с его концентрацией в пробе 3-4%. Обработка проб осуществляется в стационарных лабораторных условиях. Они просматриваются в чашках Петри и крупные организмы (более 3-4 мм) подсчитываются индивидуально. Для получения значений биомассы используются опубликованные данные по весам организмов [1, 7]. Крупные организмы взвешиваются на весах с точностью измерения 0,1 мг. Биомасса и численность зоопланктона пересчитывается на 1 м<sup>3</sup> профильтрованной воды.

Пробы бентоса на каждой станции отбираются в трехкратной повторности дночерпателями. Донные отложения промываются через сито с размером ячеек 1,0 мм и фиксируются 4% р-ром формалина. Последующий разбор проб проводится в лабораторных условиях с использованием бинокуляра. Качественные и количественные характеристики донных организмов пересчитываются на 1 м<sup>2</sup>.

**Мониторинг морских рыб.** При сборах ихтиологического материала с судна используется придонный трал проекта ББГЛ с горизонтальным раскрытием 14 м, вертикальным – 5 м и ячейей в кутке 16 мм. Траления выполняются со средней скоростью 3,2 узла продолжительностью по 30 минут. На борту судна выполняются массовые измерения и полный биологический анализ рыб. Сбор икры и личинок в ихтиопланктонных съемках осуществляется икорной сетью. Горизонтальный лов проводится во время циркуляции судна, т.е. его движения по кругу со скоростью 2,5 узла. Отсчет времени лова начинается с момента появления обруча сети над поверхностью моря.

Мониторинг проходных рыб ведется при наличии в районе работ путей миграций проходных рыб. Пункты мониторинга избираются в устьевых частях рек, впадающих в районе исследований или в непосредственной близости от него. Кроме того, пункты мониторинга определяются и на конкретных путях миграции. В период мониторинга оцениваются: видовой состав уловов в количественном и весовом выражении, улов на единицу усилия, а также основные биологические параметры мигрирующих рыб.

При мониторинге морских млекопитающих визуально оценивается их видовой состав, относительные количественные оценки (т.е. количество особей на единицу площади и за определенный временной интервал), а также основные биологические параметры.

**Мониторинг морских водорослей** предполагает ежегодное обследование прибрежной акватории в местах возможного воздействия. Он включает визуальную оценку состояния сообществ, определение их видового разнообразия и распределения, а также оценку запасов доминирующих видов. Проводится сбор массовых видов водорослей для проведения химического анализа на содержание загрязняющих веществ. Пробы отбираются на тестовых разрезах в один и тот же летний период. В качестве контрольных могут служить водоросли, отобранные на значительном удалении от зоны возможного воздействия. Для конкретного выбора мониторинговых точек целесообразно использовать те участки, где в предыдущие годы уже производился отбор проб водорослей для аналогичного изучения.

В целом, мониторинг морской среды с учетом возможного (аварийного) нефтяного загрязнения должен включать следующие этапы [2].

Началом мониторинга следует считать сбор фоновых материалов в районах предполагаемого возникновения аварийных ситуаций. Для этого необходимо четко представлять возможные сценарии аварий и вести сбор материалов по схеме (вода – донные отложения – кормовая база – рыбы – птицы – морские млекопитающие). Для получения универсальных исходных (фоновых) данных пробы должны отбираться ежегодно с сезонной периодичностью (весна, лето, осень).

В период строительства и ликвидации газонефтедобывающих комплексов должен проводиться оперативный мониторинг. Он подразумевает ежегодные сезонные наблюдения в период открытой воды за основными компонентами экосистемы. Особенно это важно при неизбежных нарушениях донных биоценозов и переотложении донных осадков процессе прокладки трубопроводов.

Долгосрочный мониторинг – проводится в течение всего периода эксплуата-

ции нефтедобывающего и транспортного комплексов. При этом основное внимание должно уделяться наблюдениям за сообществами макробентосных долгоживущих видов с многолетними жизненными циклами, являющихся идеальными тест-объектами в случае ведения многолетнего мониторинга. Анализируется их видовая, биогеографическая и трофическая структура, распределение биомассы и плотности поселений. Наблюдения ведутся после фоновой съемки по стабильной сетке станций (как в прибрежной зоне, так и на глубинах) с отбором репрезентативного количества проб ежегодно, через 1, 3 или 5 лет.

Мониторинговые наблюдения должны включать специализированный токсикологический контроль в районах добывающих платформ, трасс трубопроводов и вокруг береговых станций в процессе их эксплуатации. Биологическая деградация нефтяных углеводородов в условиях арктических морей возможна лишь в течение короткого теплого периода года, и ее скорость невелика. Поэтому проведение токсикологического контроля должно быть более частым. Следует иметь в виду, что низкие самоочищающие способности арктических вод могут оказывать влияние как на частоту, так и на объем мониторинговых наблюдений.

#### Список литературы

1. Богоров В.Г. Стандартизация морских планктонных исследований АН СССР // Тр. ин-та океанологии. – 1957. – Т. 24. С. 37-58.
2. Научно-методические подходы к оценке воздействия газонефтедобычи на экосистемы морей Арктики (на примере Штокмановского проекта) / под общ. ред. Г.Г. Матишова и Б.А. Никитина. – Апатиты, 1997. – 393 с.
3. Новоселов А.П. О необходимости проведения экологического мониторинга сиговых рыб бассейнов Белого, Баренцева и юго-западной части Карского морей в условиях возрастающего антропогенного воздействия // В сб.: Экосистемы морей России в условиях антропогенного пресса (включая промысел). – Астрахань, 1994. – С. 598-600.
4. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 192 с.
5. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов... – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 202 с.
6. Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. М.: Наука, 1983. – 216 с.
7. Трошков В.А. Веса некоторых макропланктеров Белого моря // В сб.: Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря. – Петрозаводск, 2005. – С. 64-72.