

4. Митько В.Б., Дегтярёв В.П., Минина М.В. Проект СахаМореГаз – инновационный мега-проект Якутии // Труды Междунар. конф. “Арктическая зона РФ–Северо-Восточный вектор развития”. – СПб., 2012.
5. Митько В.Б., Дегтярёв В.П., Минина М.В., Добрев Л. Концепция международной программы поддержки систем мониторинга трансграничного переноса загрязнений морской воды на шельфе Чёрного моря // Труды Технического университета Варны. – Болгария, 2012.
6. Митько В.Б., Минина М.В. Проекты и программы СПб. отделения секции геополитики и безопасности РАЕН и Арктической академии наук, посвящённые открытию Россией Антарктиды // Труды V Межд. конгресса «Цели развития тысячелетия и инновационные принципы устойчивого развития арктических регионов». Санкт-Петербург, 29 ноября 2012 г. – СПб.: ООО «ПИФ. сом», 2012. – С. 3-13.
7. Митько А.В. Основные направления деятельности секции молодых учёных Арктической общественной академии наук // Труды V Междунар. конгресса «Цели развития тысячелетия и инновационные принципы устойчивого развития арктических регионов». Санкт-Петербург, 29 ноября 2012 г. – СПб.: ООО «ПИФ. СОМ», 2012. – С. 13-21.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., проф. В.Б. Митько.

**Дегтярёв Владимир Павлович** – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: dvp777@mail.ru; 347922, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2, корп. «Е»; тел.: +78634371795; тел./факс: +78634310635; соискатель; зам. директора по науке КБ «Вектор».

**Минина Марина Виссарионовна** – Российский государственный гидрометеорологический университет; e-mail: m-minina@yandex.ru; 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Маркина, 14-16, оф. 42; тел./факс. +78124984227, факс: +78123719257; тел.: +79216321186; к.т.н.; доцент; учёный секретарь Арктической общественной академии наук.

**Degtyarov Vladimir Pavlovich** – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: dvp777@mail.ru; 2, Shevchenko street, k. E, Taganrog, 347922, Russia; phone: +78634371795; phone/fax: +78634310635; competitor; deputy of director on Science CB «Vector».

**Minina Marina Vissarionovna** – Russian State Hydrometeorological University; e-mail: m-minina@yandex.ru; 14-16, Markin street, of. 42, Saint-Petersburg, 197198, Russia; phone/fax: +78124984227; fax: +78123719257; phone: +79216321186; can. of eng. sc.; associate professor; senior lecturer of Scientific Secretary of the Arctic Public Academy of Sciences.

УДК 551.46+574.58

**В.П. Дегтярёв, М.В. Минина, В.Б. Митько**

## **СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТРАНСГРАНИЧНОГО ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ЧЁРНОМ МОРЕ**

*Цель статьи состоит в предложении и обосновании необходимости установления общей системы мониторинга трансграничного переноса загрязнённой воды на шельфе Чёрного моря. Актуальность проблемы обусловлена необходимостью формирования общего подхода к указанному вопросу со стороны большого количества стран, расположенных вдоль берегов Черноморского бассейна. Задачей разработки программы мониторинга Чёрного моря является введение в регионе системы правил по технологиям контроля трансграничного переноса загрязнённых вод для регионального сообщества учёных, экспертов и официальных органов для применения этих технологий в своих странах.*

*Мониторинг; загрязнение; правила; морская вода; перенос.*

V.P. Degtyarov, M.V. Minina, V.B. Mit'ko

**MONITORING SYSTEM FOR THE TRANSBOUNDARY TRANSFER  
OF POLLUTED SEAWATER INTO THE BLACK SEA**

*The purpose of article is to propose and justify the need to establish a common system for monitoring the transboundary transport of contaminated water in the Black Sea. Urgency of the problem is due to the need to develop the general approach to the above-mentioned issue by a large number of countries located along the shores of the Black Sea basin. The task of developing a monitoring program of a black sea region is the introduction of a system of rules on control technologies for cross-border transport of contaminated water for the regional community of scholars, experts and authorities for the application of these technologies in their countries.*

*Monitoring; polluted; rules; seawater; transfer.*

Шельф Черного моря богат месторождениями нефти. Оценка запасов углеводородов только западной части украинского шельфа составляет 3,5 трлн тонн условного топлива, нефтеносные участки шельфа России и Турции могут содержать до 1 млрд тонн нефти каждый. В море уже установлены десятки платформ, ведущих поисково-разведочное бурение и добычу нефти и газа. Размер уже сделанных и планируемых на ближайшее будущее инвестиций огромен. Так, например, стоимость двух новых самоподъемных плавучих буровых установок (СПБУ) для разработки месторождений на украинском шельфе составила около 800 млн долл., затраты на создание турецкой платформы Sürmene составили около 4 млрд долл., планируемые инвестиции Rosneft совместно с ExxonMobil и Eni в разработку российской части черноморского шельфа оцениваются в 50–55 млрд дол.

Темпы проведения поисково-разведочных работ позволяют предположить, что полномасштабная добыча нефти на шельфе Черного моря начнется не позднее 2017 г. Ежегодно будут добываться десятки миллионов тонн нефти и неизбежно часть этого потока попадет в море. Негативным примером является ситуация в Каспийском море, где наблюдаются постоянные выбросы нефти и промывочных жидкостей с добывающих платформ. Около тысячи выработанных и вроде бы законсервированных скважин постоянно отравляют море нефтью и газами и нуждаются в повторной консервации через каждые 20 лет. Весьма показательным, что норвежская нефтяная компания Statoil, реально соблюдающая нормы экологической безопасности, не работает в этом регионе. Отсутствие общих принципов безопасности и норм загрязнения морской среды уже привело к потере Каспием своей туристической и рекреационной привлекательности [1].

Особенностью вод Черного моря является наличие сероводорода на глубинах от 100–150 м. Этот фактор существенно уменьшает надежность и срок эксплуатации подводного оборудования. По оценке специалистов, срок службы подводной части добывающих платформ в условиях Черного моря может сократиться до 6 лет вместо обычных 20–25.

Другой особенностью вод Черного моря является направление течений. Как видно из рис. 1, существующее круговое течение вдоль шельфа неизбежно приведет к трансграничному переносу загрязнений морской воды в районы, где нет добычи нефти. В первую очередь это относится к побережью Болгарии.

Поток загрязненной воды из румынского и украинского секторов морского шельфа, где нефть будет добываться в больших масштабах, может быть смертельно опасным для природы болгарского побережья. Аналогичная опасность грозит и природе южного побережья Крыма. Даже в настоящее время, при отсутствии добычи нефти на месторождении Палласа и в российском секторе шельфа, наблюдаются обширные нефтяные пятна в северо-восточной части Черного моря (рис. 2).

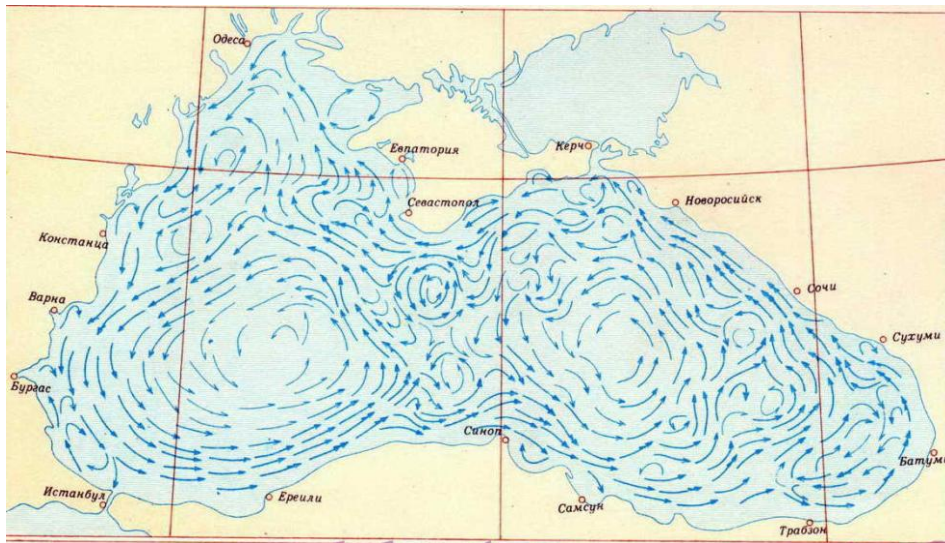


Рис. 1. Карта течений в Черном море

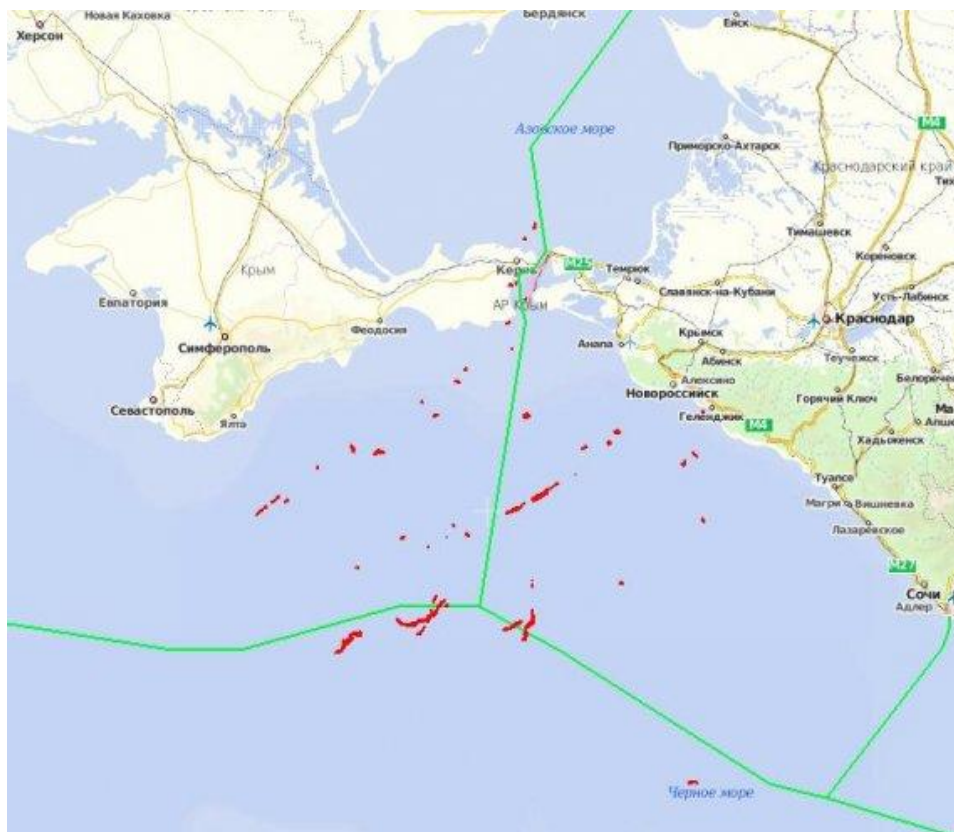


Рис. 2. Нефтяные пятна в северо-восточной акватории Черного моря (данные 2011 г.)

В сложившейся ситуации необходимо инициировать и начать скоординированные действия всех причерноморских стран – Болгарии, Румынии, Украины, России, Грузии, Турции и Греции, направленные на уменьшение угрозы загрязнения Черного моря при промышленной добыче углеводородов из морского шельфа. Очевидно, что каждая из стран вынуждена будет иметь национальную систему мониторинга загрязнений морской воды в своем секторе Черного моря. В первую очередь будут востребованы системы мониторинга трансграничного переноса загрязнений морской воды, позволяющие оперативно и круглосуточно определять объем поступивших загрязнений, их состав и степень опасности.

Идеология построения системы такого рода рассмотрена в совместной работе российских и украинских специалистов [4], а методы измерения массопереноса загрязняющих взвесей уже апробированы в водах Керченского пролива [3]. Обязательным элементом систем мониторинга являются подводные гидроакустические приборы ADCP для дистанционного (от дна – вверх к поверхности) измерения направления и скорости течений по глубине. Эти приборы позволяют выявить самые опасные загрязнения, распространяющиеся под водой и необнаруживаемые с помощью авиационной и спутниковой съемки. В связи с высокой стоимостью таких приборов, общие затраты на создание одной рубежной системы мониторинга могут составлять от 10 до 15 млн долл. Учитывая, что количество национальных секторов на морском шельфе Черного моря составляет 7 (с учетом Абхазии), то минимальное количество систем для независимого национального контроля трансграничных загрязнений составит 14. Общий объем вложений в создание таких систем по всему Черному морю может составить около 200 млн долл., что значительно меньше, чем стоимость одной современной СПБУ. Однако эти затраты будут совершенно неоправданны, если создание таких систем будет вестись независимо, без привязки к единым согласованным методикам и средствам измерений в море.

Учитывая вышеизложенное, представляется актуальным начать работу по региональному согласованию технических параметров систем мониторинга загрязнений в море, с целью обоснования единой технологии создания таких систем для Черного моря и учета наиболее природосберегающих норм и требований [7].

Другим актуальным направлением совместных международных работ является обоснование предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ при трансграничном переносе в Черном море. Такие работы позволят учесть особенности рельефа и гидрологии каждого участка шельфа, дифференцировать нормы на загрязнения воды по морским районам. В настоящее время, пока объемы добычи нефти невелики, крайне необходимо зафиксировать фоновые значения трансграничного переноса загрязнений морской воды. Через два-три года это будет уже совершенно другой фон, менее благоприятный для природы и человека.

В качестве организационной основы указанных работ предлагается использовать форму международной программы, подобной ранее профинансированной USAID Black Sea Environment Programme (BSEP). Концепция и общие параметры новой программы (аббревиатура названия – BSDMP, Black Sea Development Monitoring Programme) описываются ниже.

Целями Программы BSDMP являются региональный комплекс норм и технологий контроля трансграничного переноса загрязнений морской воды, а также региональное сообщество ученых, специалистов и представителей власти, которые готовы реализовывать эти нормы и технологии в своих странах.

Для достижения целей в Программе должно быть предусмотрено результативное решение целого комплекса задач (таблица).

Содержание задачи	Ожидаемый результат
Обучение ученых, специалистов и представителей органов власти современным требованиям к созданию и функционированию систем мониторинга загрязнения морской воды, изучение рекомендаций ЕС	Предполагается обучить более 300 человек
Научное обоснование норм предельно-допустимых концентраций загрязнений при трансграничном переносе в Черном море с учетом рекомендаций ЕС	Научные публикации по обоснованию норм, согласование норм с национальными природоохранными службами
Разработка рекомендаций по нормам межгосударственного взаимодействия при осуществлении контроля за трансграничным переносом загрязнений	Пакет документов с рекомендациями для рассмотрения на Совете министров иностранных дел ОЧЭС и в органах ЕС
Проведение конкурсов, экспертиза и конкурсный отбор лучших проектов для типовой системы мониторинга загрязнений в Черном море	Документация 3-5 технических проектов типовой системы мониторинга, соответствующих реальным условиям Черного моря
Сертификация специалистов в области разработки и эксплуатации систем мониторинга загрязнений морской воды в Черном море	Подготовка и сертификация на международном уровне 40 специалистов из всех стран региона
Сбор и обработка данных по фоновым значениям трансграничного переноса загрязнений в Черном море	Результаты морских исследований, наполнение открытой базы данных
Создание международной компьютерной базы данных по трансграничному переносу загрязнений	Функционирование открытой базы данных, свободный доступ пользователей

Ожидаемые главные результаты Программы BSDMP:

- ◆ создание условий для внедрения передовых методов мониторинга загрязнений морской воды в Черном море и выполнения рекомендаций ЕС в области охраны окружающей среды;
- ◆ экономия средств стран региона при создании систем мониторинга за счет типизации и унификации проектов, за счет применения единой согласованной технологии их создания;
- ◆ снижение рисков загрязнения курортных побережий за счет административного давления на добытчиков углеводородов на шельфе и применения ими более жестких защитных мер;
- ◆ появление инструментов для фактологического обоснования размеров ущерба окружающей среде от переноса загрязнений в Черном море;
- ◆ тиражирование результатов Программы в других регионах, например в Каспийском море и на шельфе Восточного Средиземноморья.

В связи с наибольшей уязвимостью Болгарии от трансграничного переноса загрязнений, целесообразно разместить главный офис и центр Программы в Варне, имеющей научные организации и учебные заведения, работающие в сфере морских исследований и технологий, а также благоприятные условия для работы иностранных ученых и специалистов. Главный офис должен координировать всю деятельность по Программе, распределять и контролировать ресурсы Программы.

Для реализации мероприятий Программы во всех странах-участницах (Румыния, Украина, Россия, Грузия, Турция, Греция) должны быть созданы рабочие центры, выполняющие мероприятия Программы на своей территории. Эти центры смогут обеспечить взаимодействие с органами местной и региональной власти, с населением, организовать работу по изучению локальных особенностей трансграничного переноса загрязнений в своих территориальных водах, собрать данные о фоновых уровнях загрязнения.

По оценкам специалистов, на реализацию такой Программы потребуется 5 лет и около 50 млн долл. Основные затраты будут связаны с финансированием обучения и проведения конференций, научных морских исследований, разработок типовых проектов систем мониторинга для Черного моря (на уровне технических проектов), оснащения и обеспечения работы главного офиса Программы в Варне, обеспечения деятельности рабочих центров.

Можно предположить, что инициатива создания и выполнения такой Программы будет своевременно поддержана Правительством Болгарии, странами ОЧЭС и Европейским Союзом.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Митько В.Б.* Особенности концепции экологической безопасности в стратегии устойчивого развития Северо-Западного федерального округа // Труды ЮФУ. – Таганрог, 2009.
2. *Колесниченко В.В., Митько В.Б.* Гидрофизический мониторинг мелководных регионов в целях обеспечения экологической безопасности // Труды ЮФУ. – Таганрог, 2009.
3. *Дегтярев В.П., Морозов А.Н.* Перспективы применения гидроакустических средств для мониторинга и прогнозирования переноса взвеси в районах подводного бурения и нефтяных терминалов в Печорском море // Материалы научно-практической конференции «Наукоемкие и инновационные технологии в решении проблем прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций и их последствий». – СПб., 2011. – С. 24-32.
4. *Морозов А.Н., Лемешко Е.М.* Оценка концентрации взвеси по данным ADCP.
5. НМ 1200.// Сборник научных трудов «Системы контроля окружающей среды». – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2010. – Вып. 14. – С. 42-46.
6. *Митько В.Б., Минина М.В.* Международное арктическое сотрудничество в области охраны окружающей среды // Труды конф. «Экологическая безопасность: природа, человек, общество». – СПб., 2004.
7. *Митько В.Б., Минина М.В.* Факторы, определяющие устойчивое развитие прибрежных регионов Балтийского моря // Тезисы Междунар. конф. «Международный день Балтийского моря». – СПб., 2007.
8. *Митько В.Б., Дегтярёв В.П., Минина М.В., Добрев Л.* Концепция международной программы поддержки систем мониторинга трансграничного переноса загрязнений морской воды на шельфе Чёрного моря // Труды Технического университета Варны. – Болгария, 2012.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор И.В. Алёшин.

**Дегтярёв Владимир Павлович** – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: [dvr777@mail.ru](mailto:dvr777@mail.ru); 347922, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2, корп. «Е»; тел.: +78634371795; тел./факс: +78634310635; соискатель; зам. директора по науке КБ «Вектор».

**Минина Марина Виссарионовна** – Российский государственный гидрометеорологический университет; e-mail: [m-minina@yandex.ru](mailto:m-minina@yandex.ru); 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Маркина, 14-16, оф. 42; тел./факс. +78124984227, факс: +78123719257; тел.: +79216321186; к.т.н.; доцент; учёный секретарь Арктической общественной академии наук.

**Митько Валерий Брониславович** – e-mail: [vmitko@yandex.ru](mailto:vmitko@yandex.ru); [vmitko@ArcticAS.ru](mailto:vmitko@ArcticAS.ru); 193168, Санкт-Петербург, Искровский пр., 22, оф. 175; тел.: +79213944397, факс: +78123719257; д.т.н.; профессор.

**Degtyarov Vladimir Pavlovich** – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: [dvp777@mail.ru](mailto:dvp777@mail.ru); 2, Shevchenko street, k. E, Taganrog, 347922, Russia; phone: +78634371795; phone/fax: +78634310635; competitor; deputy of director on Science CB «Vector».

**Minina Marina Vissarionovna** – Russian State Hydrometeorological University; e-mail: [m-minina@yandex.ru](mailto:m-minina@yandex.ru); 14-16, Markin street, of. 42, Saint-Petersburg, 197198, Russia; phone/fax: +78124984227; fax: +78123719257; phone: +79216321186; can. of eng. sc.; associate professor; senior lecturer of Scientific Secretary of the Arctic Public Academy of Sciences.

**Mit'ko Valery Bronislavovich** – e-mail: [vmitko@yandex.ru](mailto:vmitko@yandex.ru); [vmitko@ArcticAS.ru](mailto:vmitko@ArcticAS.ru); 22, Iskrovskiy pr., of. 175, Saint-Petersburg, 193168, Russia; phone: +79213944397, fax: +78123719257; dr. of eng. sc.; professor.

УДК 681.883.072

**А.Н. Куценко, Д.С. Слуцкий**

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОМЕРНЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

*Решается задача экологического контроля донных осадков путем дистанционного измерения их акустического импеданса. Применяемые сейчас методы экологического мониторинга донных осадков чаще всего представляют собой совокупность механических методов забора проб грунта в виде керна и дистанционных гидроакустических методов отслеживания динамики изменения свойств донных осадков. Предлагается метод дистанционного измерения акустического импеданса донных осадков путем определения модового состава акустических волн при помощи расчета и анализа двумерного пространственного спектра акустического поля в мелком море, представляющем собой гидроакустический волновод.*

*Гидроакустика; пространственный спектр; моды; грунт; экологический мониторинг.*

**A.N. Kutsenko, D.S. Slutskiy**

### **THE EFFICIENCY INCREASING OF HYDROACOUSTICS FACILITIES BY USING MULTIVARIATE FUNCTION FOR THE ECOLOGICAL MONITORING PROBLEMS**

*The problem of the bottom sediments ecological monitoring by way of the remote measurement their acoustic impedance is decided in this article. Methods now used for environmental monitoring of bottom sediments often are a combination of mechanical methods of sampling the soil in the form of core and remote hydroacoustic methods for tracking the dynamics of changes in the properties of bottom sediments. Propose a method for remote measurement of the acoustic impedance of the sediments by determining the mode of acoustic waves through the calculation and analysis of two-dimensional spatial spectrum of the acoustic field in shallow water, which is a hydro-acoustic waveguide.*

*Hydroacoustic; spatial spectrum; modes; soil; ecological monitoring.*

В настоящее время существует проблема определения состава донных осадков. Достоверная и точная информация о материале грунта необходима при экологическом мониторинге прибрежных акваторий, при строительстве различных гидротехнических сооружений (дамбы, плотины, гидроэлектростанции, мосты), при прокладке глубоководных кабелей, нефте- и газопроводов, а также при поиске полезных ископаемых, расположенных в толще донного грунта, в первую очередь, нефти. Последнее особенно актуально в связи с перспективой освоения шельфа Северного Ледовитого океана.