

Оригинальная статья / Original article
УДК 504.4.054(262.54+262.5)
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-77-85

Современные данные по загрязнению прибрежной акватории Азово-Черноморского региона России нефтяными углеводородами

Олег А. Миронов, Олег Г. Миронов

Федеральный Исследовательский Центр Институт Биологии Южных Морей им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия

Контактное лицо

Олег А. Миронов, кандидат биологических наук, отдел морской санитарной гидробиологии Федерального исследовательского центра «Институт Биологии Южных Морей им. А. О. Ковалевского РАН»; 299011 Россия, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2.
Тел. +79780146107
Email miroinov87@gmail.com
ORCID <http://orcid.org/0000-0003-2083-3221>

Формат цитирования

Миронов О.А., Миронов О.Г. Современные данные по загрязнению прибрежной акватории Азово-Черноморского региона России нефтяными углеводородами // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 77-85. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-77-85

Получена 11 ноября 2019 г.

Прошла рецензирование 20 декабря 2019 г.

Принята 20 апреля 2020 г.

Резюме

Цель. В настоящее время нефтяное загрязнение остается одним из приоритетных поллютантов морской среды. Особенно это актуально для Черного и Азовского морей, испытывающих существенную антропогенную нагрузку. В работе приведены результаты двухлетних мониторинговых исследований содержания нефтяных углеводородов в поверхностном и придонном горизонтах прибрежных акваторий Азово-Черноморского региона России.

Материал и методы. Определение нефтяных углеводородов проводилось методом инфракрасной спектроскопии на Фурье спектрофотометре ФСМ-1201 с предварительным пропусканием экстрактов через хроматографическую колонку с окисью алюминия. Работы проводились в рамках 5 научных рейсов (93, 96, 100, 102 и 105) НИС «Профессор Водяницкий» в 2017 и 2018 гг.

Результаты. Общая экологическая обстановка по данному показателю характеризуется как стабильная, несмотря на превышение установленных нормативов (ПДК) в ряде случаев в 3 – 4 раза. Определены отдельные очаги локализации нефтяного загрязнения, выявлены уязвимые участки морского побережья юга России. Отмечено превышение содержания нефтяных углеводородов в поверхностном слое по сравнению с придонным, что свидетельствует о поверхностном пути поступления нефтепродуктов в морскую воду.

Заключение. Наиболее подвержены нефтяному воздействию в настоящее время прибрежные акватории западной части Крыма, что в первую очередь связано со стоком Европейских рек и особенностями гидрологического режима моря, а также Керченское предпроливье – район интенсивного судоходства. Кавказское побережье в меньшей степени испытывает воздействие нефтяного загрязнения по сравнению с крымским. Несмотря на то, что в настоящее время содержание данного поллютанта в водах далеко от опасных для человека и гидробионтов количеств, мониторинг данного показателя необходим в связи с возрастающей антропогенной нагрузкой на рекреационные зоны крымского и кавказского побережья.

Ключевые слова

Нефтяные углеводороды, прибрежные акватории, Черное и Азовское море, Крымское и Кавказское побережье России, НИС «Профессор Водяницкий».

Current level of oil hydrocarbons in Russian coastal waters of the Black Sea and Azov Sea

Oleg A. Mironov and Oleg G. Mironov

A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, Royal Academy of Sciences, Sevastopol, Russia

Principal contact

Oleg A. Mironov, PhD (Biological Sciences), Department of Marine Sanitary Hydrobiology, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, Russian Academy of Sciences; 2 Nakhimov Ave, Sevastopol, Russia 299011.

Tel. +79780146107

Email mironov87@gmail.com

ORCID <http://orcid.org/0000-0003-2083-3221>

How to cite this article

Mironov O.A., Mironov O.G. Current level of oil hydrocarbons in Russian coastal waters of the Black Sea and Azov Sea. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 77-85. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-77-85

Received 11 November 2019

Revised 20 December 2019

Accepted 20 April 2020

Abstract

Aim. Currently, oil pollution remains one of the primary pollutants of the marine environment. This is especially true for the Black Sea and Azov Sea which experience significant anthropogenic pressure. The study presents the results of two-year monitoring studies of the content of oil hydrocarbons in the surface and bottom horizons of the coastal waters of the Azov-Black Sea regions of Russia.

Materials and Methods. The determination of oil hydrocarbons was conducted by infrared spectrometry using a FSM-1201 Fourier spectrophotometer with preliminary transmission of the extracts through a chromatographic column with aluminum oxide. The work was carried out as part of five scientific expeditions (93th, 96th, 100th, 102nd and 105th) of the research vessel, Professor Vodyanitsky, in 2017 and 2018.

Results. The general environmental status for this pollutant is characterized as stable, despite in some cases being 3 to 4 times in excess of established standards (MPC). Separate foci of localized oil pollution have been identified and vulnerable areas of the sea coast of southern Russia have been identified. An excess content of petroleum hydrocarbons in the surface layer compared to the bottom layer was noted, which indicates a surface path of entry of petroleum products into sea water.

Conclusion. Currently, the coastal waters of the western part of Crimea are most affected by oil, primarily associated with the runoff of European rivers and the peculiarities of the marine hydrological regime, including the Kerch Strait, an area of heavy shipping traffic. The Caucasian coast is less affected by oil pollution than the Crimean. Despite the fact that currently the content of oil hydrocarbons in sea water is far from the quantities dangerous to humans and aquatic organisms, monitoring of this indicator is vital due to the increasing anthropogenic pressure on the recreational zones of the Crimean and Caucasian coasts of the Russian Federation.

Key Words

Oil hydrocarbons, coastal waters, Black Sea, Azov Sea, Crimean and Caucasian coasts of Russia, R/V Professor Vodyanitsky.

ВВЕДЕНИЕ

Нефтяное загрязнение прибрежных вод в настоящее время остаётся одной из наиболее острых проблем, вызывающих опасение экологов и природоохранных служб различных стран. В настоящее время Черное море, наряду с Азовским, является морским регионом с наибольшим антропогенным прессом в Европе. Повышенному уровню загрязнения способствует ряд не только антропогенных, но и природных факторов, а именно:

- особое географическое положение, характеризующееся удаленностью от океана;
- специфика гидрологического режима Черного моря;
- ограниченный водообмен с соседними морскими бассейнами, значительное расслоение вод по плотности, замедленный вертикальный обмен водных масс;
- большая площадь водосбора, которая охватывает территорию стран Европы и Малой Азии и составляет 2,3 млн. км²;
- наличие в северо-западной части моря обширной мелководной шельфовой зоны.

Чёрное и Азовское моря, представляют собой полузамкнутые водоёмы с густонаселённой береговой линией и являются одним из наиболее неблагоприятных в экологическом отношении участков океана. На побережье этих морей функционирует ряд крупных нефтеперевалочных баз, в частности: Новороссийск, Туапсе, Железный рог. Большое количество сбросов происходит вблизи крупных портов Болгарии, Турции, Румынии и Украины, а также там, где функционируют нефтеналивные терминалы [1].

По литературным данным [2] вклад различных источников поступления нефтепродуктов в Черное море следующий: около 38% нефтепродуктов поступает при грузовых операциях на причалах и аварийных разливах, 22% – в результате сбросов нефти с судов, 17% – поступает с речными водами, 11% – с промышленными сточными водами, 6% – из атмосферы, 5% – с ливневыми водами населенных пунктов, 1,0% – в результате естественного выхода из недр. В то же время известны оценки, из которых следует, что с учетом данных дистанционного мониторинга морской поверхности вклад судоходства в общий антропогенный поток нефти в Черное море гораздо выше и колеблется в пределах от 10 до 60% [3]. Общий объем поступления нефтяных углеводородов в Черное море оценивается в 270 тыс. тонн в год [4], что более чем вдвое выше данных, указанных в более ранних работах [5].

Как показали наши предшествующие работы, в узкой мелководной зоне Крыма уровни нефтяного загрязнения морской воды на протяжении нескольких лет находились в пределах ПДК для рыбохозяйственных водоёмов [6]. В этой связи представляет интерес изучение содержания нефтяных углеводородов в морской воде в более отдалённых от берега районах, в частности в пределах двенадцатимильной зоны территориальных вод. Это связано с тем, что в данной зоне происходит интенсивное судоходство, а также возможно попадание нефтепродуктов в морскую воду из других источников. Особенно велика нагрузка на акваторию Керченского пролива и черноморского предпроливья

[7]. Здесь наряду с активным судоходством, дампингом и гидростроительством практикуется запрещённая в настоящее время перегрузка топлива с малых нефтеналивных судов на крупнотоннажные танкеры [8]. Спутниковые наблюдения показывают постоянный несанкционированный сброс нефтепродуктов и загрязнённых ими вод в акваторию крымского побережья.

Следует отметить, что в настоящее время не существует единой системы мониторинга нефтяного загрязнения прибрежных акваторий Крымского и Кавказского побережья России. Единичные работы по исследованию содержания данного поллютанта относятся к 1999 г. [9], более поздние данные есть о содержании нефти в водах Керченского пролива [10; 11], привлёкшего к себе внимание после катастрофы танкера Волго-нефть-139 в ноябре 2007 г. Побережье Крымского полуострова в настоящее время также представляет существенный интерес в связи с развитием рекреационных объектов. Большей частью это достаточно благополучные районы, некоторые из которых имеют природоохранный статус. При этом на крымских пляжах нередко явлением являются куски мазута на камнях и скалах, что говорит о наличии достаточного количества нефтепродуктов в водной толще. Тем не менее, полномасштабных мониторинговых работ по оценке содержания НУ в прибрежных водах Крыма не проводилось.

Прибрежная акватория является наиболее уязвимой в экологическом аспекте, поскольку здесь концентрируются загрязняющие вещества, попадающие как со стороны берега, так и со стороны моря, при этом происходит наиболее массовый контакт людей с морской средой. В этой связи целью настоящей работы было оценить количество нефтяных углеводородов, поступающих в прибрежные акватории со стороны моря. Для решения этой задачи в 2017 г. был выработан план регулярного мониторинга нефтяного загрязнения, включающий в себя работу по сетке станций, расположенных вдоль крымского и кавказского побережья России в акваториях Чёрного и Азовского морей (рис. 1). Данная схема позволяет оценить как изменения данного показателя вдоль побережья полуострова, с глубиной, а также выявить и контролировать районы с повышенным содержанием нефти в воде. Большая часть станций пробоотбора приурочена к районам с повышенной антропогенной, рекреационной нагрузками, а также к природоохранным зонам, т.е. к участкам требующим наиболее тщательного контроля состояния окружающей среды. Полученная информация должна стать основанием для планирования и воплощения в жизнь природоохранных мероприятий различного масштаба.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Пробы морской воды с поверхностного и придонного горизонтов отбирались в 93 (март 2017 г.), 96 (июнь-июль 2017 г.), 100 (ноябрь-декабрь 2017 г.), 102 (май – июнь 2018 г.) и 105 (ноябрь – декабрь 2018 г.) рейсах НИС «Профессор Водяницкий». Таким образом, были охвачены различные сезоны и получен достаточный объем материала для статистической обработки данных. Общая схема станций отбора проб представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Общая схема станций отбора проб в 93, 96, 100, 102 и 105 рейсах НИС «Профессор Водяницкий»
Figure 1. General schematic of sampling stations of the 93th, 96th, 100th, 102nd and 105th voyages of the Professor Vodyanitskiy research vessel

Как видно из рисунка 1, исследованиями были охвачены большая часть прибрежной акватории Крымского и Кавказского побережья России, имеющие большое хозяйственное и рекреационное значение.

Глубина на точках отбора придонных вод в Черном море составляла от 21 до 110 м. На станциях, расположенных в акватории Азовского моря, глубины не превышали 9-12 м. Отбор проб морской воды с судна производился кассетой батометров из 12 шт. (производитель General Oceanics модель 1010 Niskin Water Sampler) объемом 8 л, установленных на гидрологический комплекс «Neil Brown MARK-III», позволяющей дистанционно проводить отбор морской воды с заданной глубины. Батометр опускается с подвешенной стороны судна. Всего отобрано 186 проб морской воды на 93 станциях. Первичную экстракцию нефтяных углеводородов из морской воды проводили непосредственно на судне. Пробы сливались в делительную воронку с притертой пробкой объемом 2 дм³ и добавляли тетрахлорметан (CCl₄) из расчета 20 см³ на 2 дм³, интенсивным встряхивали в течение 3 мин, после чего воронку оставляли на некоторое время до полного разделения слоев и сливали экстракт (нижний слой) в пробирки. Процедуру проводили трижды для более полного извлечения нефтяных углеводородов из пробы морской воды. Экстракты объединялись. Дальнейшую обработку проводили на берегу в лабораторных условиях с использованием общепринятой методики, разработанной в ГОИН [12]. Экстракты количественно наносились на хроматографическую колонку с Al₂O₃ для отделения полярных соединений. Измерение концентрации НУ производили на фурье-спектрофотометре ФСМ-1201 в диапазоне длин волн 2750-3150 см⁻¹. Рекордное в сравнении с обычными ИК-спектрометрами отношение сигнал/шум позволяет в несколько раз поднять чувствительность и количественно определять углеводороды на уровне 0,01 мг/л и ниже [13]. Благодаря программному обес-

печению спектрофотометра ФСМ-1201 при выходе измеряемой величины за область определения градуировочного графика, их концентрация рассчитывается по аппроксимирующему уравнению. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Microsoft Excel, визуализация – в программе Golden Software Surfer 13.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим данные по содержанию нефтяных углеводородов, полученные в различных рейсах. Напомним, что в настоящий момент предельно-допустимая концентрация НУ в морской воде составляет 0,05 мг/л. На рисунке 2 представлено содержание в морской воде нефтяных углеводородов в поверхностном и придонном горизонтах в 93 рейсе НИС «Профессор Водяницкий».

Как видно из представленных данных, в 93 рейсе практически во всех случаях наблюдается превышение содержания НУ в поверхностном слое по сравнению с придонным. Причиной является, то, что значительная часть нефтепродуктов в настоящее время поступает в море в результате береговых стоков [14], а также из-за разливов на поверхности воды [11]. В литературе на этот счёт содержатся противоречивые данные, указывающие на отсутствие четкой тенденции изменения концентрации НУ с глубиной в акватории Чёрного моря, обусловленной особенностями данного водоёма [6].

В целом можно отметить повышенные концентрации НУ на станциях, расположенные у западного побережья Крыма. Повышенные уровни загрязнения западной части акватории обычно связывают со стоком европейских рек, в частности Дуная [14], переносимыми черноморскими течениями на значительные расстояния. Концентрации загрязняющих веществ в этом рай-

оне также связывают с гидрологическим режимом рек [15].

Следует отметить о превышении ПДК в поверхностном и придонном слое на станции в Керченском

предпроливье, что является характерным для этой акватории и сопоставимым с данными других исследователей [16; 17].

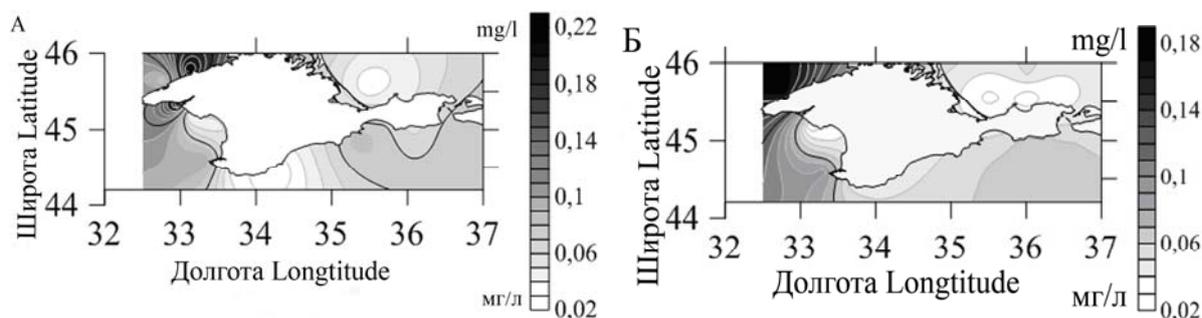


Рисунок 2. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностном (а) и придонном (б) слое (93 рейс)
Figure 2. Concentrations of oil hydrocarbons in surface (a) and bottom (b) layers of sea water (93rd voyage)

В 96 рейсе (рис. 3) были отмечены схожие тенденции распределения нефтяных углеводородов – загрязнение локализуется преимущественно у побережья западного Крыма, а также в районе Керченского предпроливья. Интересно отметить, что в данном рейсе был зафиксирован высокий уровень загрязнения поверхностных и придонных вод в районе б. Ласпи. Это свидетельствует, что данная акватория, ранее относившаяся к категории эталонно-чистых, испытывает существенное антропо-

генное воздействие, возможно связанное с активной застройкой урочища Ласпи, наблюдаемой в последние годы.

В рамках 100 рейса НИС «Профессор Водяницкий» из-за погодных условий (длительные шторма, закрытие Керченского пролива для судоходства) удалось отобрать только часть из предварительно запланированных станций (рис. 4).

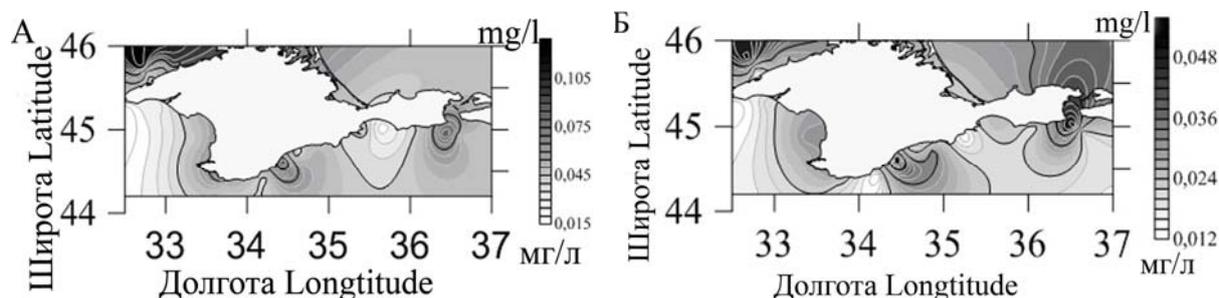


Рисунок 3. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностном (а) и придонном (б) слое (96 рейс)
Figure 3. Concentrations of oil hydrocarbons in surface (a) and bottom (b) layers of sea water (96th voyage)

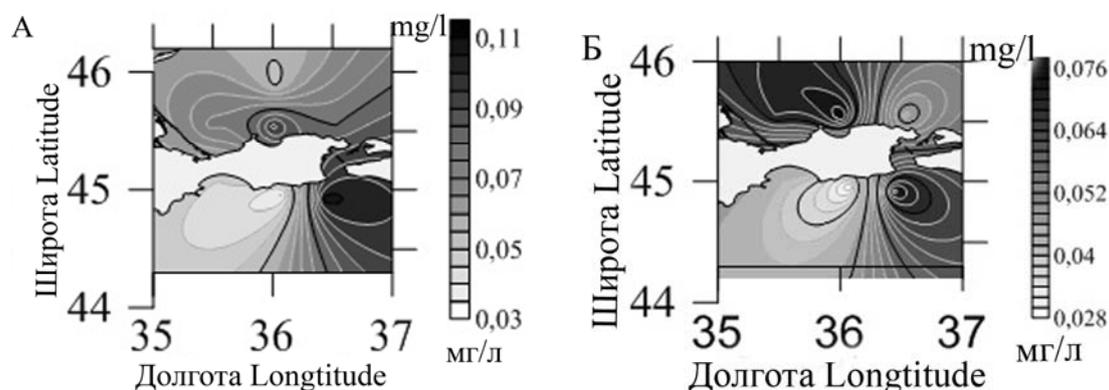


Рисунок 4. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностном (а) и придонном (б) слое (100 рейс)
Figure 4. Concentrations of oil hydrocarbons in surface (a) and bottom (b) layers of sea water (100th voyage)

Полученные результаты также свидетельствуют о превышении концентраций нефтяных углеводородов в поверхностном слое по сравнению с придонным. Среднее содержание поллютанта составляло 0,064 мг/л, что несколько выше предельно допустимых концентраций

нефтепродуктов (0,05 мг/л), однако далеко от поражающих и опасных для деятельности человека уровней.

Как следует из результатов 102 рейса (рис. 5), превышение установленных в настоящее время ПДК по нефтепродуктам в морской воде было отмечено в 35% проб.

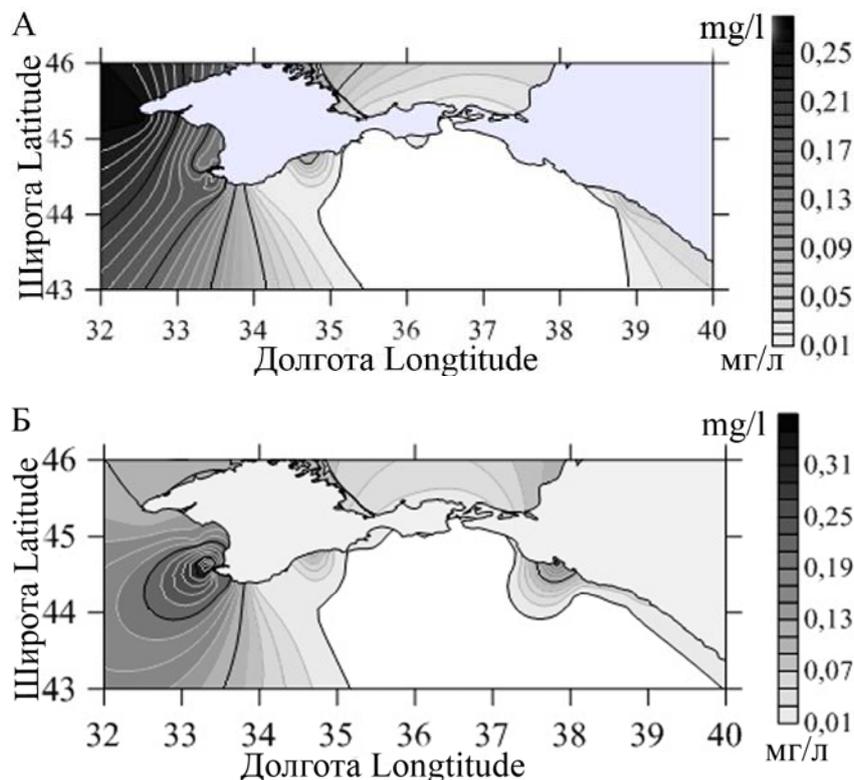


Рисунок 5. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностном (а) и придонном (б) слое (102 рейс)
Figure 5. Concentrations of oil hydrocarbons in surface (a) and bottom (b) layers of sea water (102nd voyage)

Большинство станций (71%) со значительным превышением ПДК нефтепродуктов в морской воде наблюдались западнее м. Сарыч. Любопытно отметить, что данные по нефтяному загрязнению Кавказского побережья России, впервые полученные с борта НИС «Профессор Водяницкий», демонстрируют экологическое благополучие данного региона, по сравнению с Крымским побережьем. Единственное существенное превышение ПДК нефтепродуктов в Кавказском районе было отмечено на траверсе Новороссийской бухты (причем в придонном слое морской воды), являющейся местом интенсивного судоходства, в том числе нефтеналивных судов. Возможно, это связано с вторичным загрязнением морской воды из донных осадков, накапливающих в себе значительное количество нефти, особенно в портовых акваториях.

Результаты 105 рейса подтверждают отмеченную в предыдущих рейсах ситуацию: в поверхностном слое морской воды загрязнение локализуется в районе западного Крыма, особенно в районе м. Тарханкут, Керченского предпролива (рис. 6).

Как указывалось выше, регулярные исследования содержания НУ в прибрежных водах Крыма не проводились. Последние опубликованные данные относят-

ся к марту-апрелю 1999 г. [9]. Сравнение с данными съёмки 1999 г. показало, что средние уровни нефтепродуктов в воде стали ниже, чем это отмечалось ранее, когда превышение ПДК зарегистрировано в 9 случаях из 13, а диапазон концентраций составлял - от 0 до 0,20 мг/л. Как и в период настоящего исследования в большинстве случаев содержание нефти в воде убывало с глубиной, хотя были и исключения, которые авторы связывают с наличием источников загрязнения на значительных глубинах (район возможного захоронения судов) [9].

Полученные данные о содержании НУ в водах крымского побережья Чёрного и Азовского морей показали, что в целом исследованная акватория, несмотря на наличие в её водах поллютанта, характеризуется как чистая по данному показателю. Как упоминалось выше загрязнение данного участка малоизученно, и по опубликованным в настоящее время данным об его общем гидрохимическом состоянии судить трудно. Однако на основании мониторинга гидрометслужбой других участков акватории, по комплексу гидрохимических показателей, включающих в себя и концентрацию НУ, воды данных морей отнесены ко II классу качества [18], т.е. к чистым водам.

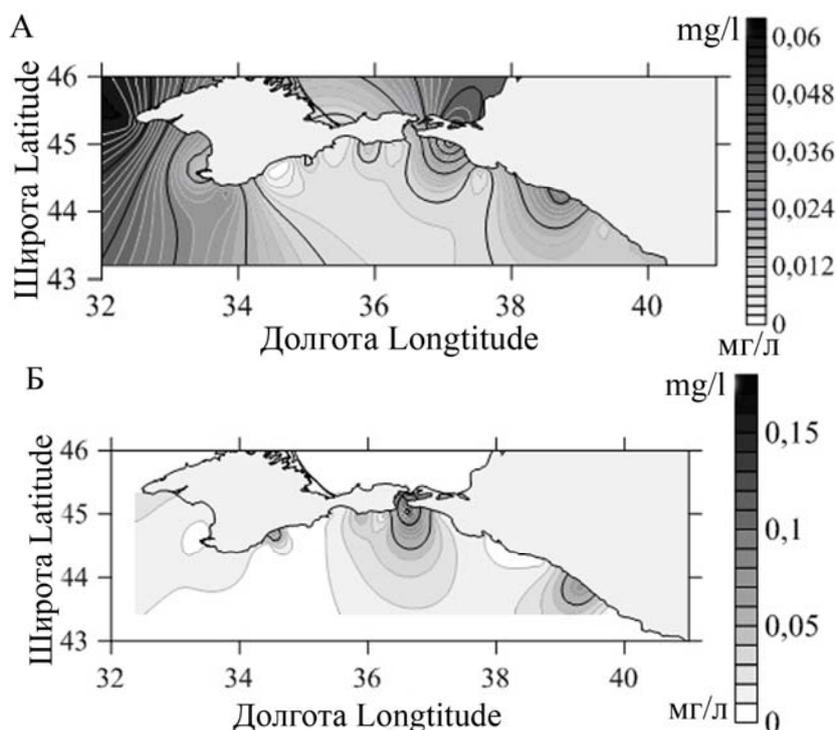


Рисунок 6. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностном (а) и придонном (б) слое (105 рейс)
Figure 6. Concentrations of oil hydrocarbons in surface (a) and bottom (b) layers of sea water (105th voyage)

ВЫВОДЫ

Проведенный многолетний мониторинг содержания нефтяных углеводородов в прибрежных водах крымского и кавказского побережья России показал, что, несмотря на постоянное присутствие нефтяных углеводородов в морской воде, экологическая обстановка по данному показателю характеризуется как стабильная. Уровни нефтяного загрязнения, несмотря на превышение в отдельных случаях установленных нормативов в 3 – 4 раза, далеки от поражающих. Наиболее подвержены нефтяному воздействию в настоящее время прибрежные акватории западной части Крыма, что, в первую очередь, связано со стоком Европейских рек и особенностями гидрологического режима моря, а также Керченское предпроливье – район интенсивного судоходства. Кавказское побережье в меньшей степени подвержено воздействию нефтяного загрязнения по сравнению с крымским. Необходимо продолжать экологический мониторинг данного загрязнителя в связи с возрастающей антропогенной нагрузкой на рекреационные зоны крымского и кавказского побережья.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнялась в рамках госзадания ФГБУН ФИЦ ИнБЮМ по теме «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем» (№АААА-А18-118020890090-2).

ACKNOWLEDGEMENTS

Research was carried out within the framework of state assignment of FRC IBSS on the topic, Molismological and biogeochemical basis of the homeostasis of marine ecosystems (№АААА-А18-118020890090-2).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Митягина М.И., Лаврова О.Ю., Бочарова Т.Ю. Спутниковый мониторинг нефтяных загрязнений морской поверхности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. N 5. С. 130-149.
2. Ярмук Л.П., Сулов О.Н., Сущенко О.А., Яценко М. М. Оценка антропогенной напряжённости экосистем Чёрного моря на основе интегрального показателя экологической напряжённости // Водное хозяйство России. 2008. N 5. С. 72-83.
3. Иванов А.Ю., Зятяглова В.В. Картографирование плечных загрязнений моря с использованием географических информационных систем и космической радиолокации // Исследования Земли из космоса. 2007. N 6. С. 46-63.
4. Заграничный К.А. К вопросу об источниках и объёмах поступления нефтяных компонентов в акваторию Чёрного моря // Инженерный вестник Дона. 2014. Т. 28. N 1. С. 80-92.
5. Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis. New York: United Nations Development Programme. 1997. 142 p.
6. Миронов О.Г., Миронов О.А. Нефтяные углеводороды в морской воде прибрежной акватории Севастополя // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015. N 9. С. 25-29.
7. Лаврова О.Ю., Костяной А.Г., Лебедев С.А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. Москва: ИКИ, 2011. 407 с.
8. Немировская И.А. Нефть в Океане (загрязнение и природные потоки). Москва: Научный мир, 2013. 432 с.
9. Щекатурина Т.Л., Осадчая Т.С., Кривошеева Л.В. Фоновые уровни загрязнения нефтепродуктами и бенз(а)пиреном шельфовой зоны Крыма (Чёрное море) // Экология моря. 2002. Вып. 59. С. 80-84.

10. Матишов Г.Г., Инжебейкин Ю.И., Савицкий Р.М. Воздействие на среду и биоту аварийного разлива нефтепродуктов в Керченском проливе в ноябре 2007 г. // Водные ресурсы. 2013. Вып. 40. N 3. С. 259-273.
11. Ларин А.А., Павленко Л.Ф., Скрыпник Г.В. Загрязнение прибрежной акватории российского Причерноморья нефтяными компонентами // Морской экологический журнал. 2011. Спец. вып. 2. С. 49-55.
12. Орадовский С.Г. Руководство по методам химического анализа морских вод / Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 208 с.
13. Леоненко И.И., Антонович В.П., Андрианов А.М., Безлуцкая И.В., Цымбалюк К.К. Методы определения нефтепродуктов в водах и других объектах окружающей среды // Методы и объекты химического анализа. 2010. Вып. 5. N 2. С. 58-72.
14. Лебедев С.А. Оценка фоновго загрязнения нефтепродуктами Чёрного и Каспийского морей с использованием данных дистанционного зондирования и модельных расчётов // Материалы Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы современности», Майкоп, 12-15 мая 2009 г. С. 25-44.
15. Дятлов С.Е., Подплетная Н.Ф., Запорожец С.А. Изменчивость содержания нефтепродуктов в воде и донных отложениях Одесского региона северо-западной части Чёрного моря // Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки. 2015. Т. 20, Вип. 2. С. 159-169.
16. Матишов Г.Г., Степаньян О.В., Харьковский В.М., Соьер В.Г. Современные данные по загрязнению Азовского и Чёрного морей углеводородами нефти // Вестник южного научного центра. 2014. Вып. 10. N 4. С. 49-52.
17. Петренко О.А., Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Аджиумеров С.Н. Содержание нефтепродуктов в водной среде, донных отложениях и почве рекреационной зоны г. Керчи и о. Коса Тузла // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10. Вып 1. С. 818-821.
18. Коршенко А.Н. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2014. Москва: Наука, 2015. 200 с.
19. neftegazovom komplekse [Environmental protection in the oil and gas complex]. 2015, no. 9, pp. 25-29. (In Russian)
7. Lavrova O.Yu., Kostyanov A.G., Lebedev S.A. *Kompleksnyi sputnikovyi monitoring morei Rossii* [Integrated satellite monitoring of the seas of Russia]. Moscow, IKI Publ., 2011, 407 p. (In Russian)
8. Nemirovskaya I.A. *Neft' v Okeane (zagryaznenie i prirodnyy potok)* [Oil in the Ocean (pollution and natural flows)]. Moscow, Nauchnyi Mir Publ., 2013, 432 p. (In Russian)
9. Schekaturina T.L., Osadchaya T.S., Krivosheeva L.V. Background levels of pollution by oil products and benz(a)pyrene of the coastal zone of the Crimea (the Black Sea). *Ekologiya morya* [Ecology of the Sea]. 2002, iss. 59, pp. 80-84. (In Russian)
10. Matishov G.G., Inzhebeikin Yu.I., Savitsky R.M. Impact on the environment and biota of an emergency oil spill in the Kerch Strait in November 2007. *Vodnye resursy* [Water Resources]. 2013, iss. 40, no. 3, pp. 259-273. (In Russian)
11. Larin A.A., Pavlenko L.F., Skrypnik G.V. Pollution of the coastal waters of the Russian Black Sea region with oil components. *Morskoi Ekologicheskii Zhurnal* [Marine Ecological Journal]. 2011, Special iss. 2, pp. 49-55. (In Russian)
12. Oradovsky S.G. *Rukovodstvo po metodam khimicheskogo analiza morskikh vod* [Guidance on methods for the chemical analysis of sea waters]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1977, 208 p.
13. Leonenko I.I., Antonovich V.P., Andrianov A.M., Bezlutsкая I.V., Tsybalyuk K.K. Methods for determining oil products in waters and other environmental objects. *Metody i ob'yekty khimicheskogo analiza* [Methods and objects of chemical analysis]. 2010, iss. 5, no. 2, pp. 58-72. (In Russian)
14. Lebedev S.A. Otsenka fonovogo zagryazneniya nefteproduktami Chornogo i Kaspiyskogo morey s ispol'zovaniem dannykh distantsionnogo zondirovaniya i model'nykh raschotov [Estimation of background pollution by oil products of the Black and Caspian Seas using data from remote sensing and model calculations]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Ekologicheskiye problemy sovremennosti», Maykop, 12-15 maya 2009* [Proceedings of the International scientific-practical conference «Ecological problems of the present», Maykop, 12-15 May, 2009]. Maykop, 2009, pp. 25-44. (In Russian)
15. Dyatlov S.E., Podpletnaya N.F., Zaporozhets S.A. Variability of the oil content in water and bottom sediments of the Odessa region of the northwestern Black Sea. *Vistnik ONU. Ser.: Geografichni ta geologichni nauki* [Herald of ONU. Ser.: Geographic and geological sciences]. 2015, vol. 20, iss. 2, pp. 159-169. (In Russian)
16. Matishov G.G., Stepanyan O.V., Kharkovsky V.M., Sawyer V.G. Modern data on the pollution of the Azov and Black Seas by oil hydrocarbons *Vestnik Yuzhnogo Nauchnogo Tsentra* [Bulletin of the Southern Scientific Center]. 2014, vol. 10, no. 4, pp. 49-52. (In Russian)
17. Petrenko O.A., Zhugailo S.S., Avdeeva T.M., Adzhiumerov S.N. The content of oil products in the aquatic environment, bottom sediments and soil of the recreational zone of the city of Kerch and island Spit Tuzla. *Geopolitika i ekogeodinamika regionov* [Geopolitics and eco-geodynamics of regions]. 2014, vol. 10, iss. 1. pp. 818-821. (In Russian)
18. Korshenko A.N. *Kachestvo morskikh vod po gidrokhimicheskim pokazatelyam. Yezhegodnik 2014* [Sea-water quality by hydrochemical indicators. Yearbook 2014]. Moscow, Nauka Publ., 2015, 200 p. (In Russian)

REFERENCES

1. Mityagina M.I., Lavrova O.Yu., Vocharova T.Yu. Satellite monitoring of oil pollution of the sea surface. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Current problems in remote sensing of the earth from space]. 2015, vol. 12, no. 5, pp. 130-149. (In Russian)
2. Yarmak L.P., Suslov O.N., Suschenko O.A., Yatsenko M.M. Assessment of anthropogenic tension of the Black Sea ecosystems based on an integrated indicator of environmental tension. *Vodnoe khozyaistvo Rossii* [Russian water economy]. 2008, no. 5, pp. 72-83. (In Russian)
3. Ivanov A.Yu., Zatyaglova V.V. Mapping of slick pollution of the sea using geographic information systems and space radar. *Issledovaniya Zemli iz kosmosa* [Earth exploration from space]. 2007, no. 6, pp. 46-63. (In Russian)
4. Zagranchnyi K.A. To the question of sources and volumes of oil components entering the Black Sea. *Inzhenernyi vestnik Dona* [Don Engineering Herald]. 2014, vol. 28, no. 1, pp. 80-92. (In Russian)
5. Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis. New York, United Nations Development Programme, 1997, 142 p.
6. Mironov O.G., Mironov O.A. Oil hydrocarbons in the coastal waters of Sevastopol. *Zashita okruzhayushei sredy v*

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Олег А. Миронов собрал материал, проводил химический и спектрофотометрический анализ. Олег Г. Миронов участвовал в анализе и обобщении полученных результатов. Все авторы участвовали в написании рукописи, в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Oleg A. Mironov collected material and carried out chemical and spectrophotometric analysis. Oleg G. Mironov analysed and summarised the data obtained. Both authors participated in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Олег А. Миронов / Oleg A. Mironov <http://orcid.org/0000-0003-2083-3221>

Олег Г. Миронов / Oleg G. Mironov <http://orcid.org/0000-0002-5644-6920>