ВЕСТНИК ЮЖНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА Том 10, № 4, 2014, стр. 49–52

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 504.4.054(262.54+262.5)

СОВРЕМЕННЫЕ ДАННЫЕ ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ АЗОВСКОГО И ЧЁРНОГО МОРЕЙ УГЛЕВОДОРОДАМИ НЕФТИ

© 2014 г. Академик Г.Г. Матишов[1, 2], О.В. Степаньян[1], В.М. Харьковский[1], В.Г. Сойер[3]

Поступила 27.06.2014

Наибольшие концентрации нефтепродуктов в течение года характерны для акватории Чёрного моря в районах Новороссийска и Туапсе (0,015–4,90 мг/л), где имеются крупные нефтяные порты и наиболее интенсивные морские перевозки нефти. Курортные акватории Анапы и Геленджика значительно чище в весенний период (менее 0,68 мг/л); летом и осенью концентрация углеводородов нефти возрастает в два и более раза. В Республике Абхазия выявлены относительно низкие уровни загрязнения, но активное судоходство, рыбный промысел и трансграничный перенос из Грузии приводят к увеличению уровня загрязнения (до 0,292 мг/л), особенно в весенний период. Отметим, что уровень загрязнения углеводородами нефти выше допустимых концентраций на всей обследованной акватории, от Нижнего Дона и Керченского пролива и до Анапы и Сухума. Уровень нефтяного загрязнения Азовского моря в зимний период (до 0,80 мг/л) значительно выше, чем можно было ожидать, что связано с интенсивным, непрекращающимся даже в ледовых условиях танкерным и балкерным судоходством.

Ключевые слова: углеводороды нефти, загрязнение, река Дон, Азовское море, Чёрное море.

В последние 10 лет существенно выросла загрязненность нефтепродуктами вод Азовского и Чёрного моря, реки Дон [1–3]. В значительной степени это обусловлено перевозками нефти и нефтепродуктов танкерами река–море, например, в Чёрное море ежегодно проходит более 50 тыс. судов и перевозится свыше 100 млн т нефти в год [2]. Опасными являются залповые выбросы (сотни, тысячи тонн) нефти или нефтепродуктов в результате аварий, как, например, при катастрофе в Керченском проливе в 2007 г. [2]. В последние годы для оценки загрязненности морских акваторий нефтью широко используют спутниковые технологии [4], но при этом сложно идентифицировать источники и уровень загрязнения. Особенно актуальна указанная проблема для Чёрного моря, где в последние годы резко выросла интенсивность перевозок не только нефтепродуктов, но и пальмового масла, что приводит к существенным затруднениям в идентификации типов разливов на спутниковых снимках [4]. В этой связи в значительной степени возрастает роль судовых и стационарных наблюдений в акваториях с наибольшим уровнем загрязнения. Особенно важно оценить уровень загрязнения в зимний период, когда использование дистанционных технологий затруднено.

Южный научный центр с 2007 г. ежегодно проводит 5–10 экспедиций на южных морях России, в устье р. Дон функционирует постоянный научный стационар. Одно из приоритетных направлений исследований – оценка загрязнения водной среды углеводородами нефти [5].

В работе приведена оценка загрязненности вод нефтепродуктами в современный период (конец 2012 – начало 2014 г.) в районах с наибольшей активностью транспортных потоков – Нижнем Дону, Азовском море, Керченском проливе, Чёрном море.

Определение нефтепродуктов проводили стандартным методом с экстракцией тетрахлорметаном, выделением углеводородных фракций методом колоночной хроматографии и ИК-регистрацией на концентратомере КН-2м [6].

[1] Южный научный центр Российской академии наук (Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences), 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: matishov_ssc-ras@ssc-ras.ru, step@ssc-ras.ru

[2] Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН (Murmansk Marine Biological Institute, Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences), 183010, Мурманск, ул. Владимирская, 17.

[3] Институт аридных зон Южного научного центра РАН (Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Center, Russian Academy of Sciences), 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41.

Река Дон и притоки

В осенний период в водах Весёловского водохранилища содержание нефтяных углеводородов изменялось от аналитического нуля (менее 0,015 мг/л) до 0,04 мг/л (значение предельно допустимой концентрации (ПДК) для рыбохозяйственных водоемов составляет 0,05 мг/л) (табл. 1). В водах р. Дон вдали от населенных пунктов регистрировали концентрации в пределах 0,03–0,04 мг/л. Вблизи крупных населенных пунктов содержание нефтепродуктов в воде возрастало до 0,10 мг/л. В районе порта Усть-Донецк отмечали высокие концентрации – до 0,122 мг/л.

В дельте р. Дон в районе скопления транзитных судов при ежечасном режиме наблюдений также отмечено повышенное содержание нефтепродуктов: от 0,058 до 0,120 мг/л при среднем значении 0,71 мг/л. У края дельты концентрация углеводородов нефти повышалась до 0,134 мг/л, а после выхода в залив снижалась, составляя в среднем 0,075 мг/дм^3, что соответствует умеренному загрязнению (табл. 1).

В весенне-летний период концентрации нефтяных компонентов в речной воде выросли. Наиболее загрязненными протоками верхней части дельты Дона оказались Большая Кутерьма (0,42 мг/л) и Мертвый Донец (0,601 мг/л). В нижней части дельты средние концентрации нефтепродуктов также увеличились до 0,078 мг/л, при этом максимальные значения составили 0,23 мг/л. На выходе в Таганрогский залив содержание нефтепродуктов отмечено на уровне 0,112–0,217 мг/л. В зимний период нефтяное загрязнение в устье р. Дон осталось на высоком уровне – до 0,22 мг/л (табл. 1).

Азовское море и Керченский пролив

Концентрации нефтепродуктов в воде Азовского моря в наблюдаемый период превышали 0,134 мг/л зимой, 0,20 мг/л весной и 0,11 мг/л летом (табл. 1). Максимальные концентрации нефтепродуктов приурочены к восточной части Таганрогского залива. При этом концентрации нефтяных компонентов в придонном слое практически повсеместно превышают концентрации в

Таблица 1. Среднее содержание нефтепродуктов в воде (мг/л)

Район	Год, месяц				
	2012, ноябрь	2013, май	2013, июль	2013, ноябрь	2014, февраль
Нижний Дон	0,066 (0,034/0,122)*	0,056 (0,046/0,120)	0,144 (0,046/0,240)	–	–
Устье Дона	0,071 (0,058/0,120)	0,036 (0,020/0,078)	0,074 (0,020/0,234)	0,055 (0,044/0,136)	0,168 (0,217/0,117)
Таганрогский залив	0,080 (0,068/0,096)	0,110 (0,029/0,468)	0,079 (0,020/0,178)	0,120 (0,096/0,270)	0,392 (0,064/0,802)
Азовское море	–	0,032 (0,020/0,045)	0,220 (0,036/0,343)	0,090 (0,044/0,195)	0,251 (0,204/0,299)
Керченский пролив	–	0,093 (0,045/0,199)	0,789 (0,506/1,337)	0,224 (0,148/0,699)	–
Чёрное море					–
Анапа	–	0,068	0,080	0,092	
Новороссийск	–	0,098	0,853	0,123	–
Геленджик	–	0,042	0,334	0,078	–
Туапсе	–	0,219	0,767	0,165 (0,093/0,238)	–
Пицунда	–	0,107	0,122	0,084	–
Сухум	–	0,090	0,055	0,170 (0,087/0,280)	–

* В скобках указано минимальное/максимальное значение концентрации углеводородов нефти.

поверхностном слое воды как Таганрогского залива, так и собственно моря.

Наиболее высокие концентрации нефтепродуктов отмечены в акватории Керченского пролива и предпроливья, где интенсивны судоходство и хозяйственная деятельность непосредственно в акватории (перевалка грузов, рыболовство) и в прибрежной зоне с крупными портами (Кавказ и Керчь). По данным [7], загрязненность вод нефтепродуктами в начале 2000-х гг. менялась в диапазоне 0,02–0,12 мг/л; наибольшая концентрация (0,29 мг/л) была зарегистрирована однократно в 2002 г. в зоне судового хода. Крупнейшая за последние годы катастрофа произошла в Керченском проливе в ноябре 2007 г. По нашим данным [2], в первые дни катастрофы концентрация нефтепродуктов в поверхностном горизонте достигала 2,5 мг/л, в водной толще до 0,22 мг/л. Через неделю уровень загрязнения снизился, составив 0,94 мг/л у дна и 0,20 мг/л в поверхностном слое. Значительная часть мазута попала в мелководный Таманский залив, где на отдельных участках были отмечены концентрации нефтепродуктов до 0,41 мг/л, в то же время большая часть залива была свободной от загрязнений. Спустя месяц загрязненность вод пролива нефтепродуктами существенно снизилась и не

превышала 0,24 мг/л. До конца 2008 г. содержание углеводородов нефти в морской воде постоянно снижалось и достигло 0,05–0,10 мг/л.

В течение 2013 г. концентрация нефтепродуктов в водах Керченского пролива изменялась в пределах 0,044–0,141 мг/л. В зимний период отмечены высокие уровни в Азовском море, при этом максимальные значения отмечены в западной части Таганрогского залива (до 0,802 мг/л), а минимальные – в собственно море (до 0,299 мг/л). В остальные периоды они были существенно ниже. Это можно объяснить рядом причин. Несмотря на ледовый покров в Азовском море, устанавливающийся с декабря по март, интенсивность судоходства не снижается: по нашим наблюдениям, суточный грузопоток доходит до 30 судов (сухогрузы и танкеры) только из портов Азов и Ростов-на-Дону, порты Мариуполь и Ейск добавляют столько же судов, именно поэтому в западной части Таганрогского залива концентрация углеводородов нефти максимальная – достигает 16 ПДК. Наличие ледового покрова препятствует перемешиванию морских вод, и нефтяные компоненты, попавшие в воду, остаются в поверхностном слое, поэтому в Азовском море, где пробы были отобраны на открытой воде, концентрация углеводородов нефти ниже, чем в подледных пробах, взятых по ходу движения судов. Отметим, что в ближайшие годы следует ожидать увеличения продолжительности зимнего периода и суровости зим, в таких условиях Азовское море будет оставаться подо льдом до 4 месяцев, что в значительной степени отразится на морском грузопотоке [8, 9]. В то же время следует ожидать и роста загрязнения акватории нефтепродуктами (при условии сохранения или увеличения интенсивности зимних морских перевозок) в течение более длительного времени, чем в настоящее время, что несомненно негативно скажется на морской биоте, ихтиофауне.

Чёрное море

Данные многолетних наблюдений [1] показали, что концентрации нефтепродуктов в водной толще северо-восточного побережья Чёрного моря изменялись в широком диапазоне от <0,015 до 4,90 мг/л.

Весной 2013 г. содержание нефтепродуктов в водах российской части Чёрного моря составило 0,042–0,219 мг/л (табл. 1). Более загрязненными оказались воды Республики Абхазия, где были зарегистрированы концентрации нефтепродуктов 0,039–0,292 мг/л. Вероятно, это связано как с трансграничным переносом со стороны Грузии (нефтяной порт Батуми), так и с возможным сбросом отработанных технических вод с украинских и турецких судов, осуществляющих в это время года весенний лов шпрота в пределах узкой шельфовой зоны.

В летний период 2013 г. максимальные концентрации нефтепродуктов в водах Чёрного моря наблюдали в припортовых акваториях Новороссийска (0,853 мг/л) и Туапсе (0,767 мг/л), минимальные – в районе Геленджика и в водах Республики Абхазии (табл. 1). В осенний период (ноябрь) отмечено повсеместное снижение уровня загрязнения. Наиболее чистыми были акватории в районе Геленджика и Анапы, в также воды Абхазии. В районе Новороссийска и Туапсе отмечено снижение уровня нефтепродуктов в воде в 5–6 раз в сравнении с летним периодом, но полученные значения соответствовали 2–3 ПДК.

Загрязнение водной среды нефтепродуктами в значительной степени может сказываться на морской биоте [2]. Уровень накопления углеводородов нефти в морских гидробионтах зависит не только от степени загрязнения воды и донных отложений, но и от поведенческих и физиологических особенностей видов. При этом среди рыб одного вида, отловленных в разных районах, возможны существенные различия в содержании поллютантов [10].

Для анализа были использованы массовые пелагические рыбы (мерланг, шпрот) юго-восточной части Чёрного моря. Содержание неполярных алифатических углеводородов в исследованных рыбах невелико. Выявленные признаки присутствия углеводородов свидетельствуют об их естественном биогенном происхождении. Во всех проанализированных пробах рыб наблюдали повышенное содержание пентадекана – от 1,57 до 3,17 мг/кг и гептадекана – от 2,15 до 4,50 мг/кг на фоне довольно низких концентраций других расположенных рядом компонентов. Соотношение концентраций пристана и фитана для всех образцов рыб существенно больше единицы (до 1,6), что подтверждает биогенное происхождение углеводородов. По результатам раздельного количественного определения летучих ароматических углеводородов в большинстве образцов обнаружен только бензол в низких концентрациях (5,0–12,0 мкг/кг). Накопление полициклических ароматических углеводородов оценивается как умеренное с характерным распределением концентраций – максимальным для флуорантена (0,12–0,45 мкг/кг) и бенз(а)антрацена (0,22–0,56 мкг/кг). Бенз(а)пирен обнаруживается в минимальных количествах, не превышающих 10 мкг/кг, что существенно ниже ПДК.

Таким образом, наибольшие концентрации нефтепродуктов в течение года характерны для акватории Чёрного моря в районах Новороссийска и Туапсе (0,015–4,90 мг/л), где имеются крупные нефтяные порты и наиболее напряженные морские перевозки нефти. Курортные акватории Анапы и Геленджика значительно чище в весенний период (менее 0,68 мг/л); летом и осенью концентрация уг-

леводородов нефти возрастает в два и более раза. В водах Абхазии выявлены относительно низкие уровни загрязнения, но активное судоходство, рыбный промысел и трансграничный перенос из Грузии приводят к увеличению уровня загрязнения (до 0,292 мг/л), особенно в весенний период. Отметим, что уровень загрязнения углеводородами нефти выше допустимых концентраций на всей обследованной акватории от Нижнего Дона и Керченского пролива и до Анапы и Сухума. Уровень нефтяного загрязнения Азовского моря в зимний период (до 0,80 мг/л) значительно выше, чем можно было ожидать, что связано с интенсивным, непрекращающимся даже в ледовых условиях танкерным и балкерным судоходством.

Исследование выполнено при поддержке проекта «Анализ динамики природных систем на основе мегабаз данных за многолетний (XIX–XX века) период наблюдений для выявления и прогнозирования экстремальных природных феноменов, опасных для социально-экономического развития густонаселенных территорий юга России» (№ 01201450487), проекта «Разработка компьютерной системы оперативного прогнозирования опасных природных явлений в бассейне, береговой зоне и акватории Азовского моря» (№ RFMEFI60714X0059), Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», проект RFMEFI60414X0050.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ларин А.А., Павленко Л.Ф., Скрыпник Г.В., Корпакова И.Г. 2011. Загрязнение прибрежной акватории российского Причерноморья нефтяными компонентами. *Морской экологический журнал* (спец. вып. 2): 49–55.
2. Матишов Г.Г., Инжебейкин Ю.И., Савицкий Р.М. 2013. Воздействие на среду и биоту аварийного разлива нефтепродуктов в Керченском проливе в ноябре 2007 г. *Водные ресурсы*. 40 (3): 259–273.
3. Кузнецов А.Н., Федоров Ю.А. 2014. Нефтяные компоненты в устьевой области р. Дон и в Азовском море (результаты многолетних исследований). *Водные ресурсы*. 41 (1): 49–59.
4. Иванов А.Ю., Кучейко А.А., Филимонова Н.А., Евтушенко Н.В., Антонюк А.Ю., Терлеева Н.В. 2013. Использование космической радиолокационной съемки и данных автоматических систем идентификации судов для выявления судовых разливов в Черном море. *Исследование Земли из Космоса*. (5): 84–96.
5. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Степаньян О.В. 2013. Морские экспедиционные исследования Южного научного центра РАН и Института аридных зон на научно-исследовательском судне «Денеб» в 2008–2011 гг. *Океанология*. 53 (2): 276–278.
6. Немировская И.А. 2004. *Углеводороды в океане (снег – лёд – вода – взвесь – донные осадки)*. М., "Научный мир": 328.
7. Еремеев В.Н., Иванов В.А., Ильин Ю.П. 2003. Океанографические условия и экологические проблемы Керченского пролива. *Морской экологический журнал*. 2 (3): 27–40.
8. Матишов Г.Г. 2008. Влияние изменчивости климатического и ледового режимов на судоходство. *Вестник РАН*. 78 (10): 896–902.
9. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М., Дашкевич Л.В. 2010. Замерзание Азовского моря и климат в начале XXI века. *Вестник Южного научного центра*. 6 (1): 33–40.
10. Ильин Г.В. 2012. Органические загрязнители в рыбах Азово-Черноморского бассейна. *Вестник Южного научного центра*. 8 (1): 60–69.

CURRENT DATA ON WATER POLLUTION OF THE SEA OF AZOV AND BLACK SEA WITH PETROLEUM HYDROCARBONS

Academician RAS G.G. Matishov, O.V. Stepanyan, V.M. Kharkovskiy, V.G. Soier

The highest concentrations of petroleum products during the year are typical of the Black Sea in the areas of Novorossiysk and Tuapse (0.015–4.90 mg/l), which are characterized by the presence of large oil ports and the most intensive marine transportation of oil. Resort water areas of Anapa and Gelendzhik are much cleaner in spring (less than 0.68 mg/l); the concentration of oil hydrocarbons in summer and autumn increases by two and more times. Relatively low levels of pollution were registered in Abkhazia, however, active shipping, fisheries and trans-boundary transfer from Georgia lead to the increased pollution levels (up to 0.292 mg/l), especially in spring. It should be noted that the level of contamination with petroleum hydrocarbons was above permissible concentrations in all studied water areas – from the Lower Don and the Kerch Strait to Anapa and Sukhumi. The level of oil pollution of the Sea of Azov in winter (up to 0.80 mg/l) was much higher than it could have been expected, probably due to the intense, ongoing even under the ice conditions, tanker and dry bulk shipping.

Key words: oil hydrocarbons, pollution, Don River, Sea of Azov, Black Sea.

REFERENCES

1. Larin A.A., Pavlenko L.F., Skrypnik G.V., Korpakova I.G. 2011. [Pollution of coastal waters of the Russian black oil components]. *Morskoj jekologicheskij zhurnal*. (spec. iss. 2): 49–55. (In Russian).
2. Matishov G.G., Inzhebeikin Yu.I., Savitskii R.M. 2013. [The environmental and biotic impact of the oil spill in Kerch Strait in November 2007]. *Vodnye resursy*. [*Water Resources*]. 40(3): 271–284. (In Russian).
3. Kuznetsov A.N., Fedorov Yu.A. 2014. [Oil components in the mouth area of the Don R. and in the Sea of Azov: Results of many-year studies]. *Vodnye resursy*. [*Water Resources*]. 41(1): 55–64. (In Russian).
4. Ivanov A.Ju., Kuchejko A.A., Filimonova N.A., Evtushenko N.V., Antonjuk A.Ju., Terleeva N.V. 2013. Ispol'zovanie kosmicheskoj radiolokacionnoj snimki i dannyh avtomaticheskih sistem identifikacii sudov dlja vyjavlenija sudovyh razlivov v Chernom more. [The use of space radar imagery and data of automatic identification systems for ships to identify marine spills in the Black sea]. *Issledovanie Zemli iz Kosmosa.* [*Research of the Earth from Space*]. (5): 84–96. (In Russian).
5. Matishov G.G., Matishov D.G., Stepanyan O.V. 2013. [The Marine Expedition Research Onboard the R/V Deneb Conducted by the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences and the Institute of Arid Zones in 2008–2011]. *Okeanologija*. [*Oceanology*]. 53(2): 249–251. (In Russian).
6. Nemirovskaya I.A. 2004. *Uglevodorody v okeane (sneg – ljod – voda – vzves' – donnye osadki).* [*Hydrocarbons in the ocean* (*snow – ice – water – suspended – sediment*)]. M., “Nauchnyj mir”: 328. (In Russian).
7. Eremeev V.N., Ivanov V.A., Il'in Ju.P. 2003. [Oceanographic conditions and environmental problems of the Kerch Strait]. *Morskoj jekologicheskij zhurnal*. 2(3): 27–40. (In Russian).
8. Matishov G.G. 2008. [The impact of the variability in climatic and ice conditions of navigation]. *Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk.* 78(10): 896–902. (In Russian).
9. Matishov G.G., Matishov D.G., Gargopa Ju.M., Dashkevich L.V. 2010. [The freezing of the sea of Azov and the climate in the beginning of XXI century]. *Vestnik Juzhnogo Nauchnogo Tcentra*. 6(1): 33–40. (In Russian).
10. Il'in G.V. 2012. [Organic pollutants in fish Azov-black sea basin]. *Vestnik Juzhnogo Nauchnogo Tcentra*. 8(1): 60–69). (In Russian).