

Список литературы

Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.21078-01.- М: ЗАО «РИТ ЭКСПРЕСС», 2002.- 208 с.

Касаткина Н.Е. Адсорбция радионуклидов цезия на донных отложениях и оценка радиоэкологической ситуации в бассейнах Баренцев и Азовского морей: Дис.канд.хим.наук:03.00.16. Иваново, 2008. - 139 с.

Радиоэкология: учебник для вузов / Давыдов М.Г, Бураева Е.А, Зорина Л.В и др. – Ростов н/Д: Феникс, 2013. – 635 с.

COMPARATIVE ANALYSIS OF RADIOCESIUM CONCENTRATIONS IN THE AQUATIC ECOSYSTEM COMPONENTS OF THE AZOV AND BLACK SEA BASIN IN 2014-2015

Mkhitaryan I.D.

Research on cesium-137 concentrations in the water bodies of the Azov-Black Sea basin has been conducted. Comparative analysis of the results for the years 2014-2015 have shown that the specific volume activity of ^{137}Cs in the Azov and Black Sea ecosystem is at the background level, typical of recent years, and agrees with its half-level period. The Chernobyl trace remains the main source of radioactive cesium as before.

Key words: cesium-137, specific volume activity, bottom sediments.

УДК 628.394.17: 665.6(282.247.36)(262.54)(265.5) 504.5:665.6(262.54)

ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ГИДРОБИОНТОВ АЗОВСКОГО МОРЯ НЕФТЯНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

Л.Ф. Павленко, Т.Л. Клименко, Г.В. Скрыпник, Н.С. Анохина, В.С. Экилик, А.И. Евсеева

Представлена динамика загрязнения водной среды и донных отложений Азовского моря нефтяными компонентами (углеводородами и смолистыми веществами) в период 2011-2015 гг. Дана характеристика пространственного распределения нефтепродуктов по акватории Азовского моря в различные сезоны 2014-2015 гг.

Ключевые слова: нефтепродукты, нефтяное загрязнение, водная толща, донные отложения.

ВВЕДЕНИЕ

Среди многочисленных вредных веществ антропогенного происхождения, попадающих в Азовское море, нефть и нефтепродукты занимают одно из первых мест. Источниками нефтяного загрязнения являются речной сток, сточные воды предприятий, расположенных на прибрежных территориях, сбросы буровых растворов и шламов при бурении нефтегазовых скважин, дампинг загрязненных донных отложений портовых акваторий, атмосферные осадки и золы выпадения. Следует также отметить грязевые вулканы, расположенные в Темрюкском заливе, которые при функционировании неоднократно являлись причиной локального загрязнения моря нефтепродуктами. Например, в октябре 2015 г. произошло извержение вулкана Голубицкий, в результате которого образовался остров из грязевулканического материала. По данным ГНЦ ФГУПП «Южморгеология» содержание нефтепродуктов в изверженном материале достигало 7 г/кг.

Но основным источником нефтяного загрязнения моря является судоходство, интенсивность которого увеличивается наряду с грузооборотом из года в год. Объем перевалки грузов в портах Азово-Черноморского бассейна в 2015 г. составил 203,7 млн т, в том числе сухих грузов – 80,9 млн т, наливных – 122,8 млн т (<http://www.tks.ru/logistics/2015/12/16/0005>). Существенную опасность для экосистемы Азовского моря представляют разливы нефтепродуктов, сбрасываемых с судов, проходящих через акваторию моря (<http://planet.iitp.ru>).

Опасность загрязнения водных объектов нефтепродуктами независимо от их вида связана с присутствием соединений, представляющих угрозу, как для жизни водных организмов, так и для функционального состояния. Особенно уязвимым к нефтяной интоксикации стадиям развития морских организмов, помимо этапов раннего онтогенеза, относятся также некоторые периоды взрослых и развивающихся особей, сопровождаемые морфологическими и физиологическими перестройками в организме. Токсическое воздействие нефти на рыб проявляется уже при концентрациях нефтепродуктов 10^{-2} – 10^{-1} мг/л, отражаясь в нарушении их физиологического состояния, питания, размножения и других процессов жизнедеятельности.

Среди факторов внешней среды, от которых сильно зависят характер и последствия интоксикации гидробионтов, помимо степени загрязненности существенную роль играют температурные условия. При повышении температуры усиливается общая интенсивность физиолого-биохимических процессов в организме и, как правило, возрастает поражающее действие большинства токсикантов, в том числе входящих в состав нефтепродуктов. Следует учитывать также и увеличение растворимости всех нефтяных компонентов при повышении температуры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для исследований нефтяного загрязнения Азовского моря послужили результаты анализа водной среды и донных отложений, отобранных весной, летом и осенью 2014-2015 гг. на 34 стандартных станциях наблюдений, расположенных в различных районах Таганрогского залива и собственно моря.

Содержание нефти и нефтепродуктов в воде и донных отложениях оценивали по сумме основных нефтяных компонентов (углеводородов и смолистых веществ) в соответствии с НДИ 05.02-2004 и НДИ 05.03-2004, зарегистрированными в Федеральном реестре методик выполнения измерений, применяемых в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора, под шифрами ФР.1.31.2005.01511 ФР.1.31.2005.01512.

Выделение нефтепродуктов из воды проводили экстракцией четыреххлористым углеродом, из донных отложений – последовательно ацетоном и хлороформом. Хроматографическое отделение от мешающих веществ и разделение на углеводороды (УВ) и смолистые вещества осуществляли в тонком слое оксида алюминия. Количественное определение выделенных УВ проводили комбинированным спектрофотометрическим методом, который основан на одновременном фотометрировании элюатов УВ в инфракрасной и ультрафиолетовой областях спектра. При использовании этого метода учитывается как ароматическая, так и парафино-нафтеновая фракции УВ независимо от их соотношения в исследуемой пробе. Определение смолистых веществ проводили люминесцентным методом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В период наблюдений 2011-2015 гг. концентрации нефтепродуктов (НП) в воде Азовского моря находились в диапазоне от <0.015 мг/л до 0.29 мг/л. Среднегодовые концентрации НП в эти годы составляли 0.02-0.06 мг/л (табл. 1). Максимальный уровень загрязнения в среднем по всему морю был отмечен в 2011 г., минимальный – в 2014 г.

Таблица 1

Характеристика нефтяного загрязнения воды Азовского моря в период 2011-2015 гг.

Годы	Диапазон концентраций, мг/л	Средняя концентрация, мг/л	Кратность превышения ПДК	% случаев превышения ПДК
2011	<0.015-0.29	0.06	1.2	31
2012	<0.015-0.20	0.03	0.6	31
2013	<0.015-0.09	0.03	0.6	15
2014	<0.015-0.10	0.02	0.4	4
2015	<0.015-0.22	0.04	0.8	13

В различные сезоны 2014-2015 гг. средние концентрации нефтепродуктов в воде собственно моря были сопоставимы, варьируя в пределах 0.02-0.04 мг/л. В Таганрогском заливе средние концентрации НП находились в более широком диапазоне – от 0.02 до 0.07 мг/л (табл. 2). Осенью 2015 г. средняя концентрация НП в воде залива превысила ПДК (0.05 мг/л) в 1.4 раза. В этот же период отмечена и максимальная частота встречаемости проб воды (38 % от проанализированных проб), в которых концентрации НП превысили ПДК.

Таблица 2

Диапазоны и средние концентрации нефтепродуктов в воде Азовского моря в различные сезоны 2014-2015 гг., мг/л

Район моря	Весна		Лето		Осень	
	диапазон	среднее	диапазон	среднее	диапазон	среднее
2014 г.						
Таганрогский залив	0.015-0.08	0.03	0.015-0.05	0.03	0.015-0.04	0.02
Собственно море	0.015-0.04	0.02	0.015-0.04	0.02	0.015-0.10	0.03
Все море	0.015-0.08	0.02	0.015-0.08	0.02	0.015-0.10	0.03
2015 г.						
Таганрогский залив	0.015-0.04	0.03	0.015-0.05	0.04	0.015-0.22	0.07
Собственно море	0.015-0.06	0.04	0.015-0.11	0.03	0.015-0.08	0.03
Все море	0.015-0.06	0.04	0.015-0.11	0.03	0.015-0.22	0.04

Пространственное распределение нефтепродуктов по акватории моря в различные сезоны 2014-2015 гг. представлены на рисунках 1 и 2.

В весенний период 2014 г. максимальная концентрация НП, превысившая ПДК в 1.6 раза, обнаружена в центральном районе Таганрогского залива. В летний период такая же концентрация отмечена в северном районе собственно моря (по траверзу Бердянской косы). Осенью превышение ПДК отмечено на 2-х станциях собственно моря: в северном районе (Обиточный залив) – 1.8 ПДК – и в центральном районе по ходу основного судоходного пути – 2.0 ПДК (рис. 1).

Весной 2015 г. превышение ПДК нефтепродуктов в 1.2 раза обнаружено в одной пробе воды, отобранной в центральном районе Таганрогского залива. Летом превышение ПДК нефтепродуктов обнаружено в 2-х пробах воды – в центральном и южном районах собственно моря, соответственно в 2.2 и 2.0 раза. Осенью повышенное содержание нефтепродуктов в воде отмечено по всей акватории Таганрогского залива, вдоль северного побережья моря и на локальных участках в центральном, южном и восточном районах собственно моря. Наиболее высокое загрязнение (4.4 ПДК) обнаружено в восточном районе Таганрогского залива (рис. 2).

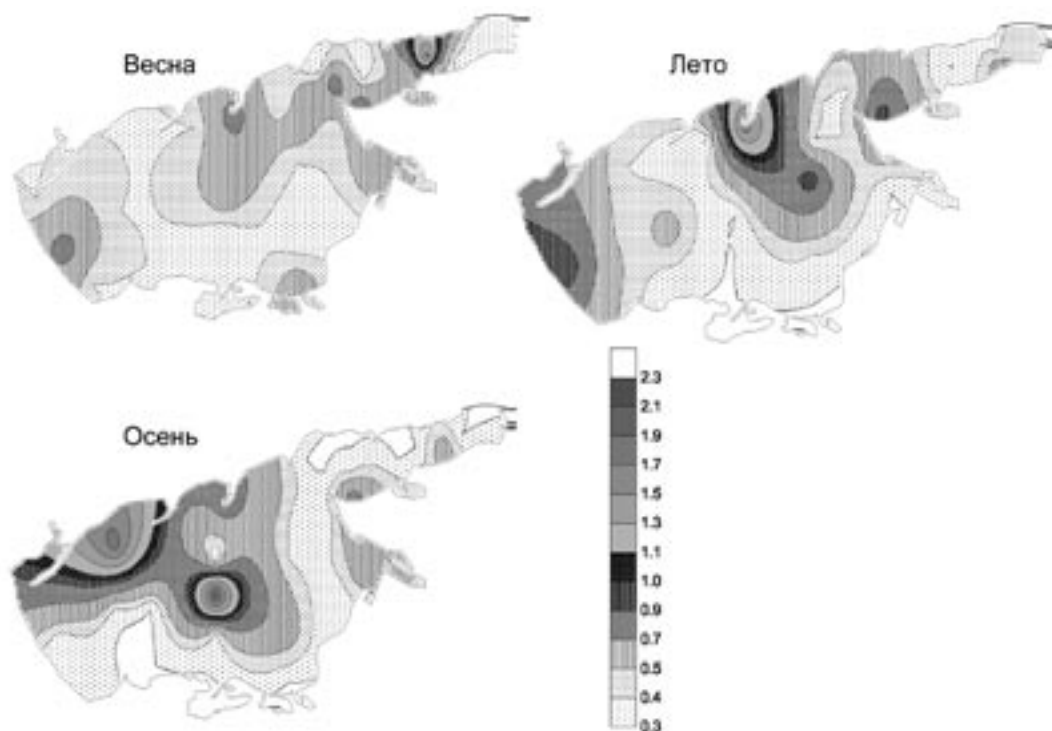


Рисунок 1 – Распределение нефтепродуктов по акватории Азовского моря в различные сезоны 2014 г., кратность ПДК

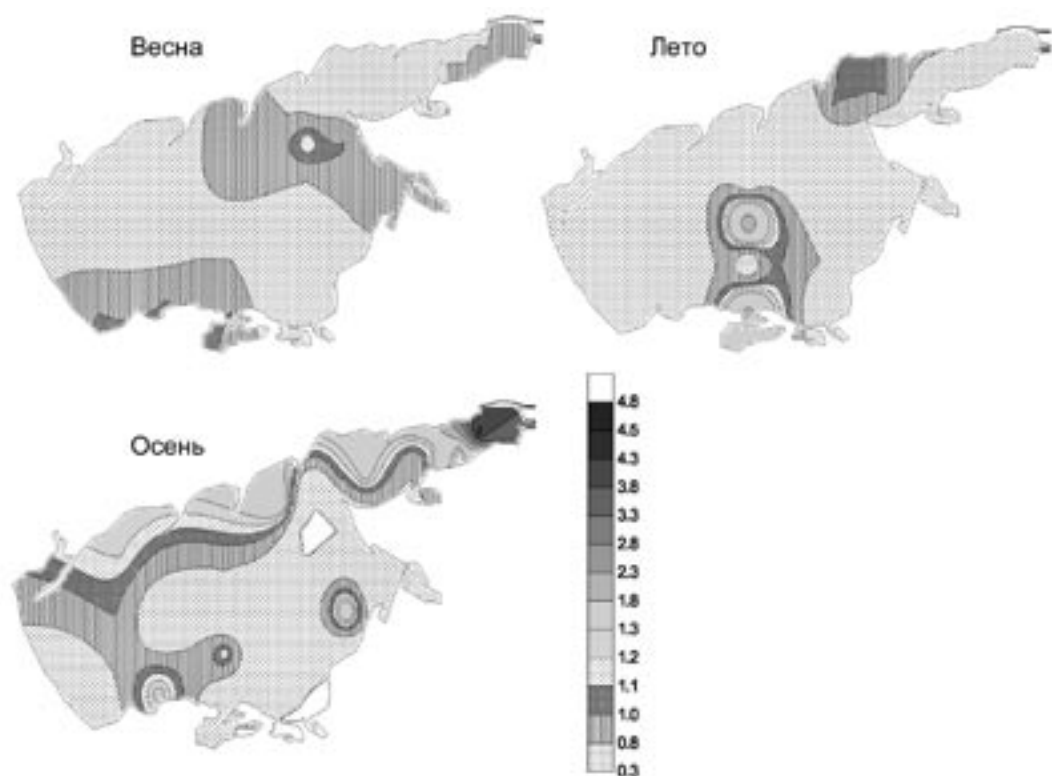


Рисунок 2 – Распределение нефтепродуктов по акватории Азовского моря в различные сезоны 2015 г., кратность ПДК

В донных отложениях моря в период 2011–2015 г. среднегодовые концентрации НП находились в диапазоне 0.36-0.55 г/кг сухой массы (табл. 3). Диапазон обнаруженных концентраций нефтепродуктов в отдельных пробах в эти годы менялся в широких пределах – от 0.02 до 1.35 мг/г сухого грунта.

В течение рассматриваемого периода максимальное загрязнение отмечено в 2012 г., минимальное – в 2015 г. (табл. 3). В отличие от водной толщи моря, динамика нефтяного загрязнения в донных отложениях характеризовалась постепенным уменьшением к 2015 г.

Таблица 3

**Концентрации нефтепродуктов в донных отложениях Азовского моря
в период 2011-2015 гг., г/кг сухой массы**

Год	Диапазоны	Средние
2011	0.02- 1.02	0.42
2012	0.02-1.35	0.55
2013	0.02-0.99	0.45
2014	0.02-1.22	0.42
2015	0.02-0.76	0.36

В 2014-2015 гг. средний уровень загрязнения донных отложений в Таганрогском заливе весной и летом был ниже, чем в собственно море. Осенью концентрации НП в среднем находились на одном уровне (табл. 4).

Сезонная динамика нефтяного загрязнения донных отложений моря в 2014-2015 гг. характеризовалась уменьшением от весны к осени.

Таблица 4

**Концентрации нефтепродуктов в донных отложениях Азовского моря
в различные сезоны 2014-2015 гг., г/кг сухой массы**

Район моря	Весна		Лето		Осень	
	диапазон	среднее	диапазон	среднее	диапазон	среднее
2014 г.						
Таганрогский залив	0.11-0.81	0.51	0.06-0.57	0.28	0.07-0.48	0.32
Собственно море	0.015-1.22	0.60	0.03-0.88	0.40	0.015-0.53	0.26
Все море	0.015-1.22	0.59	0.03-0.88	0.39	0.015-0.53	0.27
2015 г.						
Таганрогский залив	0.06-0.46	0.39	0.09-0.46	0.26	0.21-0.53	0.34
Собственно море	0.03-0.76	0.46	0.03-0.75	0.34	0.03-0.67	0.31
Все море	0.03-0.76	0.45	0.03-0.75	0.33	0.03-0.67	0.31

Весной 2014 г. достаточно высокое содержание НП – 1.22 – г/кг обнаружено в центральном районе собственно моря по ходу основного судоходного пути (рис. 3). Повышенное содержание нефтепродуктов (0.91-0.99 г/кг) зарегистрировано в донных отложениях центрального и юго-восточного районов собственно моря. При этом загрязнение водной толщи в этих точках было невысоким. Летом наиболее высокое загрязнение – 0.88 г/кг – обнаружено в донных осадках северо-западной части собственно моря в районе Обиточного залива. В юго-восточном районе собственно моря концентрации НП находились также на достаточно высоком уровне

(0.72-0.73 г/кг). Сопоставимый уровень загрязнения – 0.69 г/кг – обнаружен в донных отложениях центрального района моря. Повышенное содержание НП обычно обнаруживается в донных отложениях, представленных плотными илами, обладающими высокой адсорбционной способностью. Наиболее низкий уровень загрязнения отмечен в донных отложениях по траверзу Должанской косы, в летне-осенний период – в донных отложениях Бердянского залива (рис. 3). Осенью загрязнение НП снизилось, несмотря на то, что в большинстве случаев наблюдений донные отложения были представлены илистыми фракциями. Максимальный уровень загрязнения в донных осадках – 0.53 г/кг – зарегистрирован в южной части Арабатского залива.

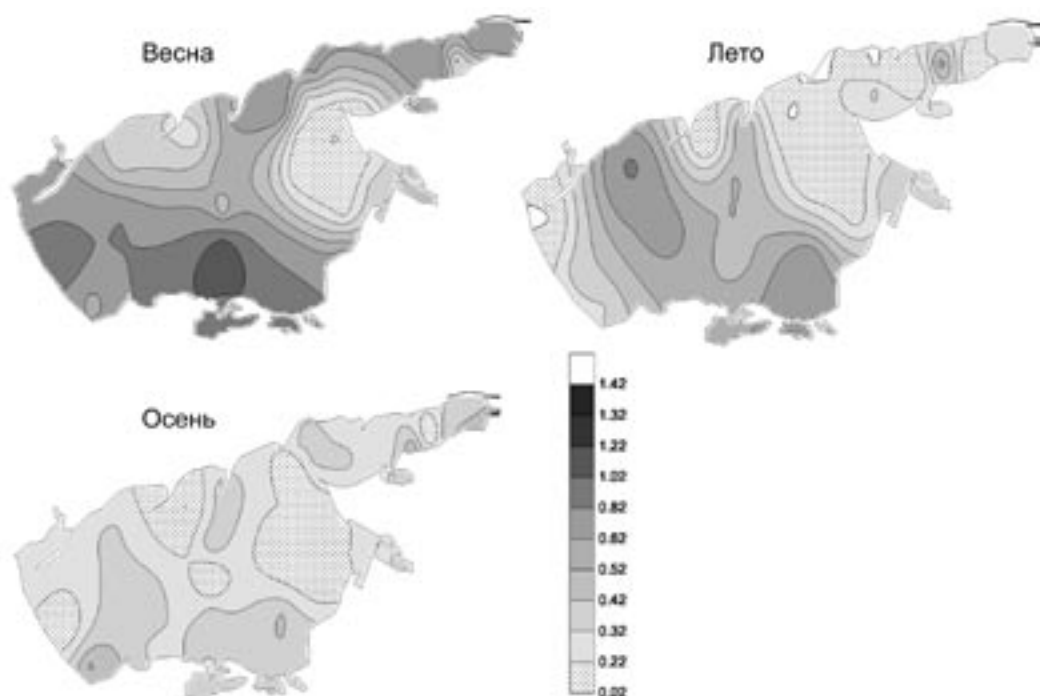


Рисунок 3 – Распределение нефтепродуктов в донных отложениях Азовского моря в различные периоды 2014 г., г/кг сухой массы

Весной 2015 г. максимальное содержание НП – 0.76 г/кг – обнаружено в донных осадках центрального района собственно моря, представленных пелитовым очень плотным илом, обладающим высокой адсорбционной способностью. Сопоставимые концентрации – 0.71-0.75 г/кг – обнаружены в пробах, отобранных в юго-восточном районе. Как и в весенний период, максимальное содержание НП – 0.75 г/кг – обнаружено в донных осадках центрального района собственно моря. Из-за высокой адсорбционной способности донных осадков центрального района моря, представленных плотным пелитовым илом, средняя концентрация НП в центре моря была максимальной по сравнению с другими районами моря. В осенний период, максимальное содержание НП – 0.67 г/кг – обнаружено в донных осадках южного района собственно моря. Сопоставимые концентрации НП – 0.57-0.59 г/кг – обнаружены в центральном и восточном районах собственно моря. В Таганрогском заливе максимальная концентрация НП – 0.53 г/кг – обнаружена в западном районе залива (рис. 4).

Минимальное загрязнение донных отложений моря во все сезоны наблюдений зарегистрировано в северо-восточном районе собственно моря. Гранулометрический состав донных отложений в этом районе представлен в основном песчано-ракушечной фракцией, которая обладает низкой сорбционной способностью.

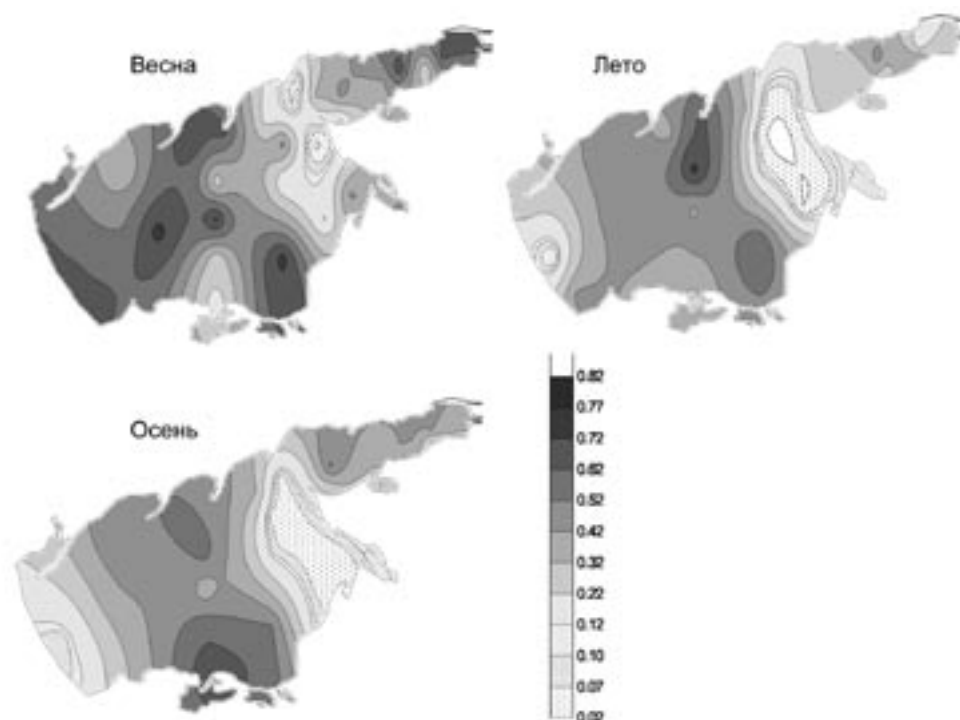


Рисунок 4 – Распределение нефтепродуктов в донных отложениях Азовского моря в различные сезоны 2015 г., г/кг сухой массы

ВЫВОДЫ

В период наблюдений 2014-2015 гг. нефтяное загрязнение водной среды Азовского моря в среднем находилось на низком уровне, не превышающим ПДК. В то же время на некоторых локальных участках моря концентрации нефтепродуктов превышали ПДК в 1.2-4.4 раза. В 2014 г. максимальное загрязнение нефтепродуктами – 2 ПДК – отмечено осенью в центральном районе собственно моря по ходу основного судоходного пути. В 2015 г. повышенные концентрации нефтепродуктов зарегистрированы в осенний период вдоль северного побережья и на всей акватории Таганрогского залива. Максимальное нефтяное загрязнение, превысившее ПДК в 4.4 раза в воде моря, зарегистрировано в восточном районе Таганрогского залива.

В донных отложениях за последние 5 лет наблюдений среднегодовые концентрации НП находились в сравнительно узком диапазоне – 0.36-0.55 г/кг сухой массы. В 2015 г. средняя концентрация нефтепродуктов была минимальной.

В 2014-2015 гг. более высокое нефтяное загрязнение донных отложений обнаружено во время весенних наблюдений. В 2014 г. наиболее высокие концентрации нефтепродуктов зарегистрированы в западном, центральном и юго-восточном районах собственно моря, в 2015 г. – в центральном и восточном районах собственно моря.

Список литературы

Грузооборот российских портов Азово-Черноморского бассейна за 11 месяцев 2015 г. вырос на 4,4% (<http://www.tks.ru/logistics/2015/12/16/0005>).

Ежемесячные бюллетени спутникового мониторинга российского сектора Черного и Азовского морей 2014 и 2015 гг. (<http://planet.iitp.ru>).

МИ массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных (пресных и морских), очищенных сточных и питьевых вод // Регистрационный код МИ по Федеральному реестру: ФР.1.31.2005.01511.

МИ массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и донных отложений пресных и морских водных объектов // Регистрационный код МИ по Федеральному реестру: ФР.1.31.2005.01512.

МИ массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и донных отложений пресных и морских водных объектов люминесцентным методом // Регистрационный код МИ по Федеральному реестру: ФР.1.29.2012.12493.

CONTAMINATION OF AQUATIC ENVIRONMENT OF THE AZOV SEA BY PETROLEUM COMPONENTS

Pavlenko L.F., Klimenko T.L., Skripnik G.V., Anokhina N.S., Ekilik V.S., Evseeva A.I.

The dynamics of the water and sediments pollution by petroleum components (hydrocarbons and resins) in the Azov Sea over the period 2011-2015 is presented. The spatial distribution of petroleum products in the Azov Sea in different seasons of 2014-2015 has been characterized.

Key words: petroleum products, oil pollution, water column, bottom sediments.

УДК 504.5:665.6(262.5)

СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧЕРНОГО МОРЯ НЕФТЯНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

Л.Ф. Павленко, Г.В. Скрипник, Т.Л. Клименко, Н.С. Анохина, В.С. Экилик, А.И. Евсева

Обобщены результаты наблюдений за уровнем нефтяного загрязнения водной толщи и донных отложений северо-восточной части Черного моря в период 2011-2015 гг. Представлено пространственное распределение нефтепродуктов по акватории Черного моря в различные сезоны 2014-2015 гг.

Ключевые слова: нефтепродукты, нефтяное загрязнение, водная толща, донные отложения.

В настоящее время через порты российского сектора Черного моря осуществляется экспорт около 20 % российского и большая часть казахстанского нефтяного экспорта – в общей сложности, более 100 млн т нефти и нефтепродуктов. По данным спутникового мониторинга российского сектора Черного моря, проводимого НИЦ «Планета», в море постоянно фиксируются разливы нефтепродуктов, сбрасываемых с судов, проходящих через акваторию моря (<http://planet.iitp.ru>). По литературным данным потенциал нефтегазоносности глубоководной шельфовой зоны Черного моря может быть сопоставим с Каспийским морем. Объем потенциальных запасов для российского сектора моря составляет 0,4-1,6 млрд т нефтяного эквивалента, а для всей акватории Черного моря 4,5-5,5 млрд т нефтяного эквивалента (Виноградова, 2011). Большая часть ресурсов черноморского шельфа сосредоточена в северо-восточной части моря, которая охватывает Керченско-Таманский шельф и глубоководную Черноморскую впадину.

В связи с этим опасность загрязнения шельфа северо-восточной части Черного моря нефтяными компонентами серьезно угрожает водным биологическим ресурсам, для которых шельф северо-восточной части Черного моря является районом промысла, миграции, нагула и нереста.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для исследований нефтяного загрязнения северо-восточной части Черного моря послужили результаты анализа водной среды и донных отложений северо-восточной части Черного моря, полученные в различные сезоны 2014-2015 гг.