

## Глава 3. ЭКОЛОГИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ И ПРИРОДООХРАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Характеристика нефтяного загрязнения водных объектов Азово-Черноморского бассейна в 2003-2007 гг.

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

Нефть и нефтепродукты (НП), в отличие от других токсикантов, представляют собой очень сложную многокомпонентную смесь, в состав которой входят как токсические, так и биологически активные вещества. Поэтому нефть может оказывать не только ингибирующее, но и стимулирующее действие на биопродукционные процессы. Однако при длительном пребывании в загрязненной нефтепродуктами воде стимуляция всегда сменяется ингибированием (Патин, 1979). Многочисленными экспериментальными и натурными исследованиями установлены сложные механизмы воздействия нефтяных компонентов на функциональное состояние гидробионтов, которое выражается в поражении центральной нервной системы, снижении защитных и двигательных функций, заболевании пищевого тракта, нарушениях воспроизводительной функции, иммунной системы, рецепторных элементов обонятельных органов, поведенческих реакций и т.д. (Патин, 1979; Миронов и др., 1988). Поэтому нефть и нефтепродукты относятся к одному из важнейших показателей состояния водных экосистем, подлежащих систематическому наблюдению и контролю в рамках различных национальных и международных программ по защите окружающей среды (Руководство..., 1977; РД 52.24.309-2004).

В данной работе представлены результаты исследований нефтяного загрязнения Нижнего Дона, Азовского и Черного морей за пятилетний период – с 2003 по 2007 годы.

#### **Нижний Дон**

В течение рассматриваемого периода максимальное загрязнение р. Дон в нижнем его течении (от устья р. Северский Донец до впадения в Таганрогский залив) было отмечено в 2003 г., когда среднегодовая концентрация нефтепродуктов составила 1,8 ПДК. В 2004-2005 гг.

загрязнение снизилось до 1 ПДК, но в последние 2 года уровень загрязнения вновь увеличился до 1,4-1,6 (рис. 1). Частота встречаемости концентраций, превышающих ПДК, в 2006-2007 гг. по сравнению с наблюдениями 2004- 2005 гг. также увеличилась с 31-36 до 54-64%.

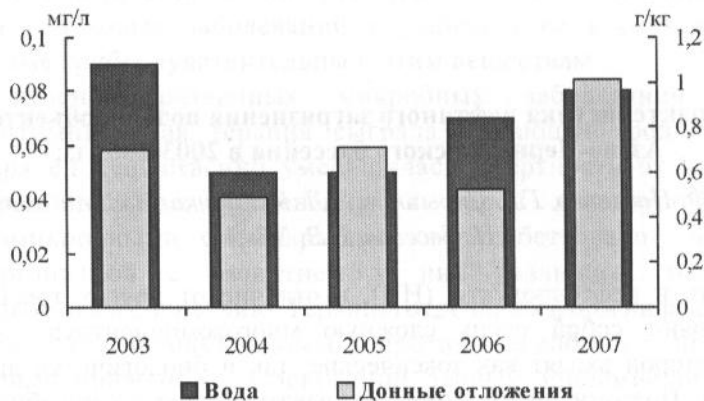


Рис. 1. Динамика нефтяного загрязнения воды и донных отложений Нижнего Дона в 2003-2007 гг.

На исследуемой акватории Нижнего Дона имеются участки, где концентрации нефтепродуктов в воде часто превышают предельно допустимую норму в десятки раз. К ним относятся участки ниже сброса сточных вод гг. Ростова-на-Дону и Азова, рукав Мокрая Каланча, где концентрации нефтепродуктов достигают 5-30 ПДК. Аномально высокие концентрации нефтепродуктов – до 70 ПДК обнаруживаются ниже впадения р. Темерник.

Среднегодовые концентрации нефтепродуктов в донных отложениях Нижнего Дона в течение последних 5 лет наблюдений менялись в пределах от 0,49 до 1,01 г/кг сухой массы (см. рис. 1). Следует отметить периодическое (с интервалом в 1 год) уменьшение или увеличение загрязнения, которое наблюдается уже в течение 6 лет. В 2007 г. концентрации НП в среднем за год были максимальными и составили более 1 г/кг.

Наиболее высокое загрязнение донных отложений Нижнего Дона обычно фиксируется в районе устья протоки Аксай, ниже устья р. Темерник, ниже выпуска сточных вод гг. Ростов-на-Дону и Азов и в рукавах Мокрая Каланча и Большая Кутерьма.

В 2007 г. уровни нефтяного загрязнения наиболее загрязненных участков Нижнего Дона по сравнению с 2003-2006 гг. существенно

увеличились, за исключением района, расположенного ниже выпуска сточных вод г. Ростов-на-Дону (табл. 1).

Таблица 1

Среднегодовые концентрации нефтепродуктов в донных отложениях наиболее загрязненных участков Нижнего Дона в период 2003-2007 гг., г/кг сухой массы

Место отбора проб	Годы				
	2003	2004	2005	2006	2007
р. Дон, устье протоки Аксай	2,80	1,28	1,89	1,74	3,04
р. Дон, ниже устья р. Темерник	1,67	1,33	1,35	0,62	1,71
р. Дон, ниже выпуска сточных вод г. Ростова-на-Дону	1,31	0,53	0,56	1,23	1,04
р. Дон, ниже выпуска сточных вод г. Азова	0,93	0,54	0,65	1,18	2,94
рукав Мокрая Каланча	2,07	1,37	1,93	1,32	2,15
рукав Большая Кутерьма	0,72	0,71	1,14	1,29	2,34

По степени уменьшения нефтяного загрязнения донных отложений наиболее загрязненные участки Нижнего Дона можно расположить в следующем порядке: устье протоки Аксай > район выпуска сточных вод г. Азова > рукав Большая Кутерьма > рукав Мокрая Каланча > район устья р. Темерник > район выпуска сточных вод г. Ростова-на-Дону. Как правило, в донных отложениях перечисленных участков содержание НП превышает 1 г/кг – концентрация, при которой возможны проявления сублетальных эффектов (Патин, 1997).

В соответствии с принятой для Азовского моря классификацией типов донных отложений (Корпакова и др., 2005), встречающиеся на исследуемом участке Нижнего Дона донные отложения относятся к 4-м типам (табл. 2).

На основе имеющегося в АзНИИРХе банка данных абсолютных значений загрязненности донных отложений Нижнего Дона для каждого из типов были установлены средние характерные концентрации (СХК) нефтепродуктов.

Кратность СХК (отношение абсолютных концентраций к СХК) позволяет проводить сравнительную характеристику загрязненности донных отложений различных участков реки нивелируя тип грунта, от которого в значительной степени зависит уровень накопления нефтепродуктов.

С учетом изменения соотношения различных типов донных отложений Нижнего Дона в 2007 г. загрязненность их была значительно выше, чем в предыдущие годы (рис. 2).

## СХК нефтепродуктов для различных типов донных отложений Нижнего Дона

Тип донных осадков	Описание внешнего вида донных отложений	Средние характерные концентрации НП, г/кг сухой массы
1	Ракуша, ракушечная крошка. То же с примесью песка.	0,09
2	Ракуша, ракушечная крошка, песок с примесью ила.	0,30
3	Илистый мелкодисперсный песок светлосерый, с примесью ракуши.	0,40
4	Ил светлосерый.	0,90

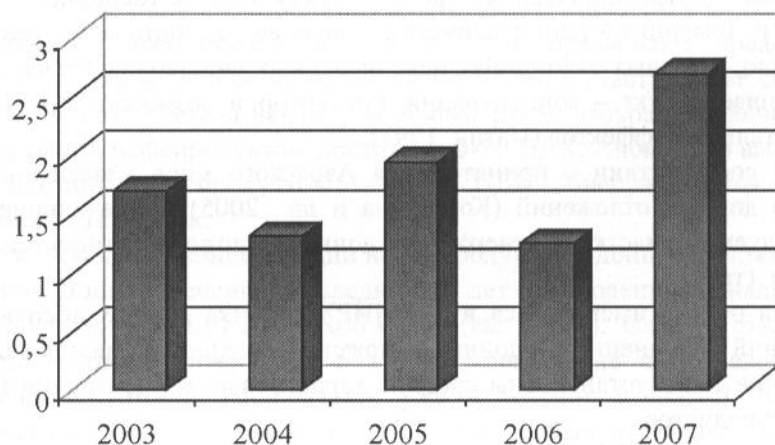


Рис. 2. Динамика загрязнения донных отложений Нижнего Дона с учетом их типа в 2003-2007 гг. (по кратности СХК)

Максимальные значения кратности СХК характерны для донных осадков в районе впадения р. Темерник (рис. 3).

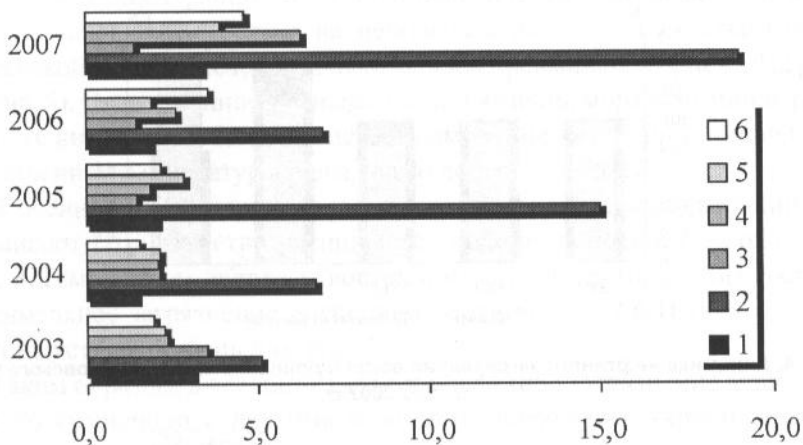


Рис. 3. Сравнительная характеристика наиболее загрязненных донных отложений Нижнего Дона (по кратности СЖК) в 2003-2007 гг.

1 – устье пр. Аксай; 2 – ниже устья р. Темерник; 3 – ниже сброса сточных вод г. Ростова-на-Дону; 4 – ниже сброса сточных вод г. Азова; 5 – рукав М. Каланча; 6 – рукав Б. Кутерьма

### Азовское море

В рассматриваемый период среднегодовые концентрации НП в водной толще моря только в 2006 г. превысили ПДК в 1,4 раза, в остальные годы наблюдений они составляли 0,8-1,0 ПДК (рис. 4). В 2007 г. среднегодовая концентрация НП в воде моря и частота встречаемости случаев превышения ПДК были минимальными за последние 5 лет наблюдений и составили соответственно 0,8 ПДК и 20 %.

Концентрации нефтепродуктов в донных отложениях Азовского моря в 2003-2007 гг. варьировали от 0,02 до 1,47 г/кг сухой массы. В отличие от воды в 2007 году отмечено наиболее высокое за последние 5 лет наблюдений загрязнение донных отложений, составившее в среднем за год 0,61 г/кг (рис. 4).

По усредненным данным 2003-2007 гг. почти на половине акватории моря концентрации НП во время весенних наблюдений превышают ПДК (рис. 5). На рисунке эти зоны окрашены в красный цвет. Максимальное загрязнение характерно для северо-восточной части собственно моря на границе с Таганрогским заливом. Концентрации НП в этом районе в среднем превысили ПДК более чем в 6 раз.

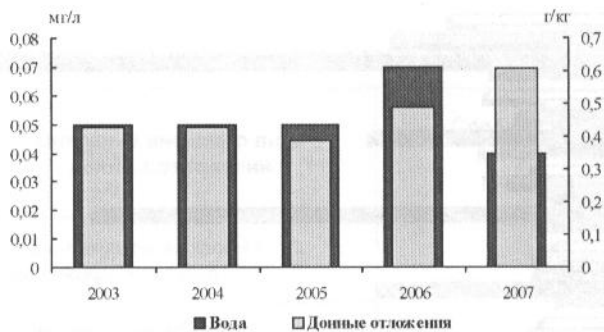


Рис. 4. Динамика нефтяного загрязнения воды и донных отложений Азовского моря в 2003-2007 гг.

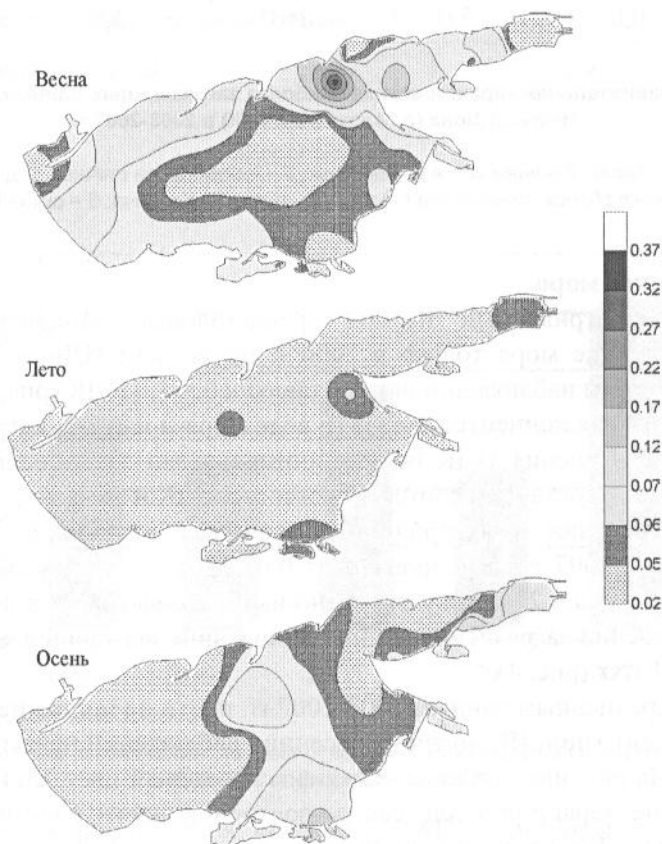


Рис. 5. Пространственное распределение нефтепродуктов в водной толще Азовского моря в различные сезоны 2003-2007 гг., мг/л

Летом концентрации НП в воде практически всей акватории моря не превышают ПДК. Только на небольшом локальном участке (район Должанской косы) отмечено незначительное превышение ПДК - в 1,2 раза (см. рис. 5). Существенное уменьшение загрязнения моря в летний период связано с интенсификацией процессов самоочищения водной толщи моря с увеличением температуры воды, часто достигающей 27 °С.

В осенние периоды площадь акватории моря, где концентрации НП превышают ПДК, заметно расширяется по ходу основного судоходного пути, в Темрюкском заливе и восточном районе Таганрогского залива. Максимальное загрязнение, в среднем достигающее 2,6 ПДК, отмечено в районе устья р. Кубань (см. рис. 5).

Таким образом, в весенние периоды нефтяное загрязнение акватории моря по сравнению с другими сезонами наблюдений характеризуется более высоким уровнем.

Уровень загрязнения донных отложений различных районов моря определяется не только антропогенной нагрузкой в том или ином районе, но и их гранулометрическим составом. В песчано-ракушечных грунтах, распространенных в северо-восточной части собственно моря и Бердянском заливе, за счет их низкой адсорбционной способности концентрации НП независимо от сезона наблюдений, как правило, минимальны (рис. 6). В мелкодисперсных донных отложениях, преобладающих в центральном и южном районах собственно моря и локальных участках центрального и западного районов Таганрогского залива, коэффициент накопления НП может достигать значительных величин -  $2 \times 10^4$ .

В весенние и осенние периоды концентрации НП в донных отложениях моря по усредненным за рассматриваемый период данным практически не отличались и составляли 0,43 и 0,42 г/кг сухой массы, соответственно. В отличие от водной толщи концентрации НП в донных отложениях в летний период были выше, чем весной и осенью, составив в среднем 0,50 г/кг. Такая сезонная динамика обусловлена частым отсутствием в летнее время в придонном слое воды кислорода, обеспечивающего процессы окисления органических веществ, в том числе нефтяных компонентов (Александрова и др., 2006).

Донные отложения Азовского моря по данным рентгенфлюоресцентного анализа и визуального описания грунтов в сухом и влажном состоянии, объединены в 6 типов, для каждого из которых рассчитаны средние характерные концентрации нефтепродуктов (Павленко и др., 2006).

Пространственное распределение усредненных величин кратностей

СХК по площади дна моря в различные сезоны 2003-2007 г. представлено на рисунке 7. Как указывалось ранее, кратность СХК позволяет проводить сравнительную оценку загрязненности донных отложений различных районов с учетом их гранулометрического состава. Красным цветом обозначены районы моря, для которых кратность СХК была выше 1, т.е. данный район следует отнести к зоне повышенного антропогенного воздействия.

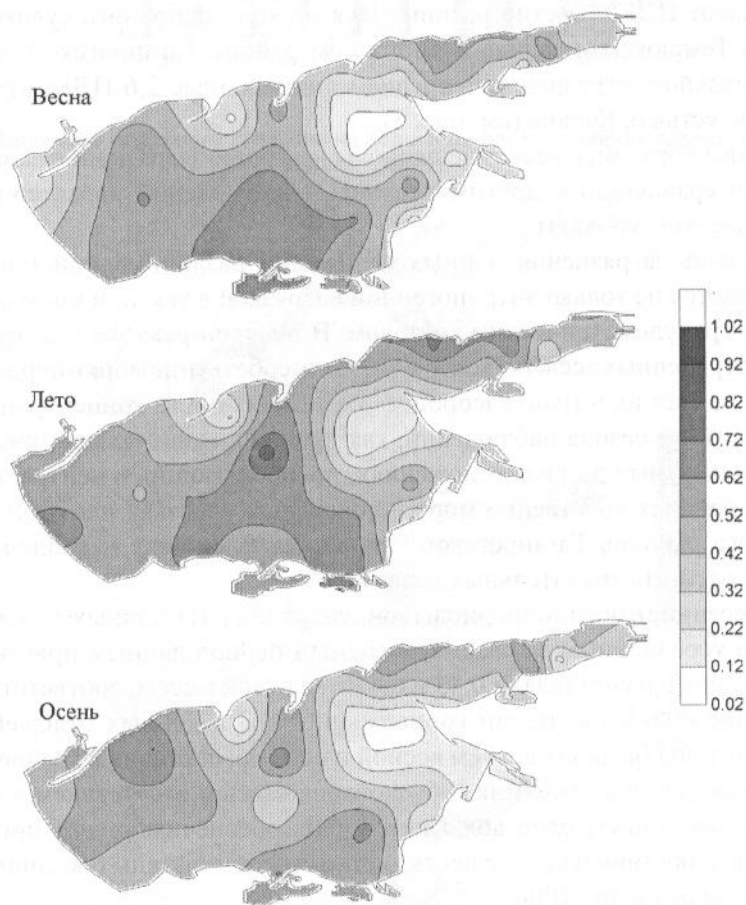


Рис. 6. Пространственное распределение нефтепродуктов в донных отложениях Азовского моря в различные сезоны 2003-2007 гг., г/кг сухой массы

К таким районам, независимо от сезона, относится северное побережье Таганрогского залива, Керченское предпроливье, прибрежные районы Темрюкского залива.



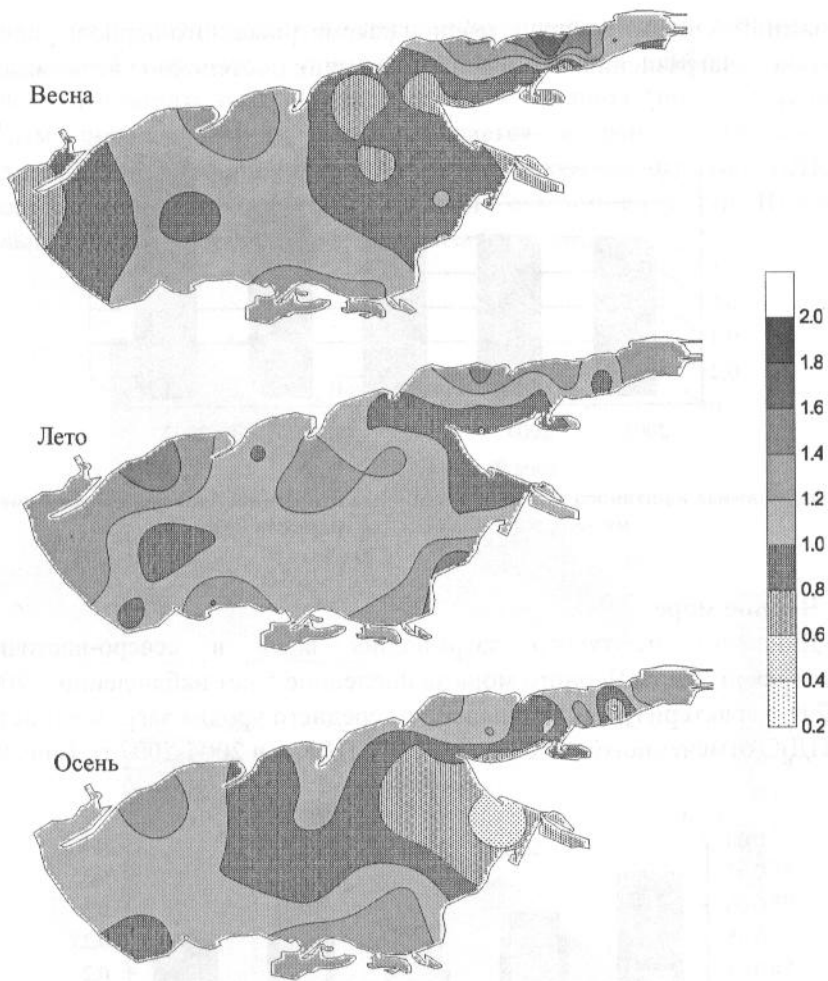


Рис. 7. Пространственное распределение нефтяного загрязнения донных отложений Азовского моря в различные сезоны 2003-2007 гг. с учетом их типа (по кратности СХК)

В летний и осенний периоды в северо-западной части собственно моря, особенно в районе Обиточного залива, отмечается увеличение антропогенного прессинга на экосистему Азовского моря (см. рис. 7).

В летний период значение кратности СХК, превышающее 1, отмечается в более 70 % исследуемых проб донных отложений, весной и осенью эта величина значительно ниже и составляет 47 и 53 %, соответственно.

С учетом изменения соотношения различных типов донных

отложений Азовского моря в течение рассматриваемого периода уровень нефтяного загрязнения их с течением времени постепенно увеличивается (рис. 8).

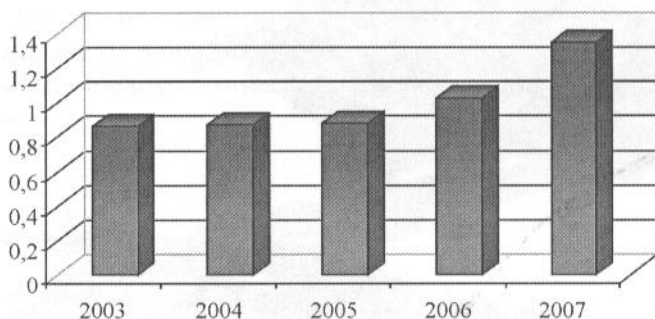


Рис. 8. Динамика нефтяного загрязнения донных отложений Азовского моря с учетом их типа в 2003-2007 гг. (по кратности СХК)

### Черное море

Динамика нефтяного загрязнения воды в северо-восточной (российской) части Черного моря за последние 5 лет наблюдений – 2003-2007 гг. характеризуется уменьшением среднего уровня загрязненности с 1.4 ПДК, отмеченного в 2003 г., до 0.8-1 ПДК - в 2004-2007 гг. (рис. 9).



Рис. 9. Динамика нефтяного загрязнения воды и донных отложений Черного моря в 2003-2007 гг.

Частота встречаемости концентраций, превышающих предельно-допустимую норму, варьировала в пределах 21-45 % от общего числа определений. В 2007 г. отмечена наиболее низкая доля наблюдений

(21 %) с превышением ПДК по сравнению с предыдущими годами.

В водной толще исследуемой части Черного моря наиболее высокий уровень нефтяного загрязнения в весенний период (по усредненным данным последних 5-ти лет) отмечается в районе Керченского пролива, где концентрации НП в 2,4 раза превышают ПДК. В районе гг. Анапа, Новороссийск, Туапсе и Сочи концентрации НП в воде превышают ПДК в среднем в 1,2-1,4 раза (рис. 10).

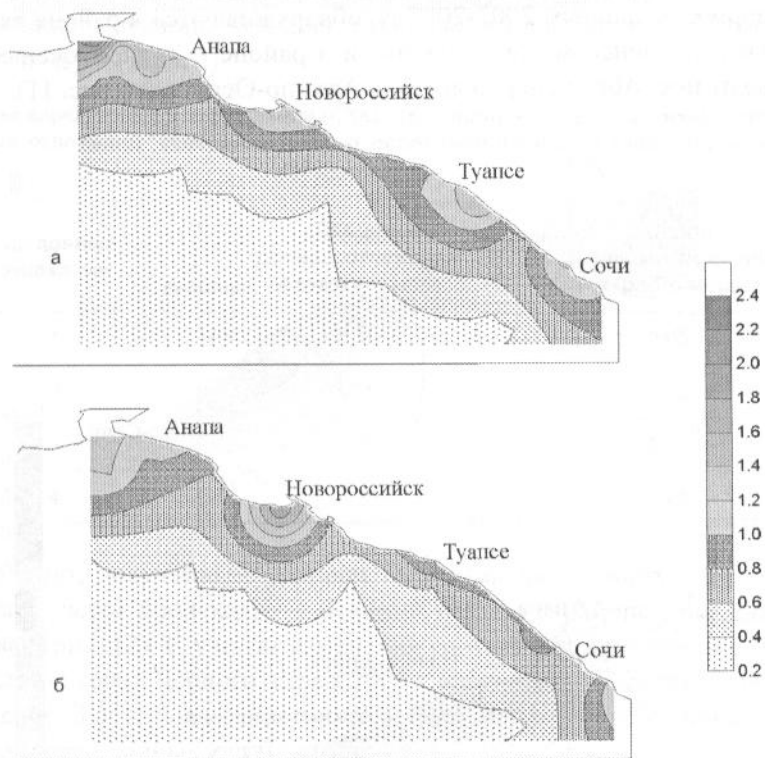


Рис. 10. Пространственное распределение нефтепродуктов в водной толще Черного моря по усредненным данным 2003-2007 гг., кратность ПДК

а – весна, б – осень.

Осенью наиболее высокий уровень нефтяного загрязнения отмечается в районе г. Новороссийска. В этом районе источником нефтяного загрязнения, помимо интенсивного судоходства, является и терминал Каспийского трубопроводного консорциума. Концентрации НП, превышающие ПДК также, как в весеннее время, отмечаются в Керченском проливе и в районе гг. Анапа и Адлер.

Концентрации нефтепродуктов в донных отложениях прибрежной акватории по наблюдениям 2003-2007 гг. варьировали в пределах 0,02-1,52 г/кг сухой массы. Среднегодовые концентрации нефтепродуктов изменялись от 0,19 до 0,37 г/кг. В рассматриваемый период более высокое загрязнение донных отложений отмечалось в 2004-2006 гг. В 2007 г. средняя концентрация НП сопоставима с результатами наблюдений 2003 г. (см. рис. 9).

Весной более высокие концентрации нефтепродуктов в донных отложениях по данным 2003-2007 гг. обнаруживаются в районе якорной стоянки в Керченском предпроливье и в районе г. Туапсе, осенью - на участке от пос. Абрау-Дюрсо до пос. Архипо-Осиповка (рис. 11).

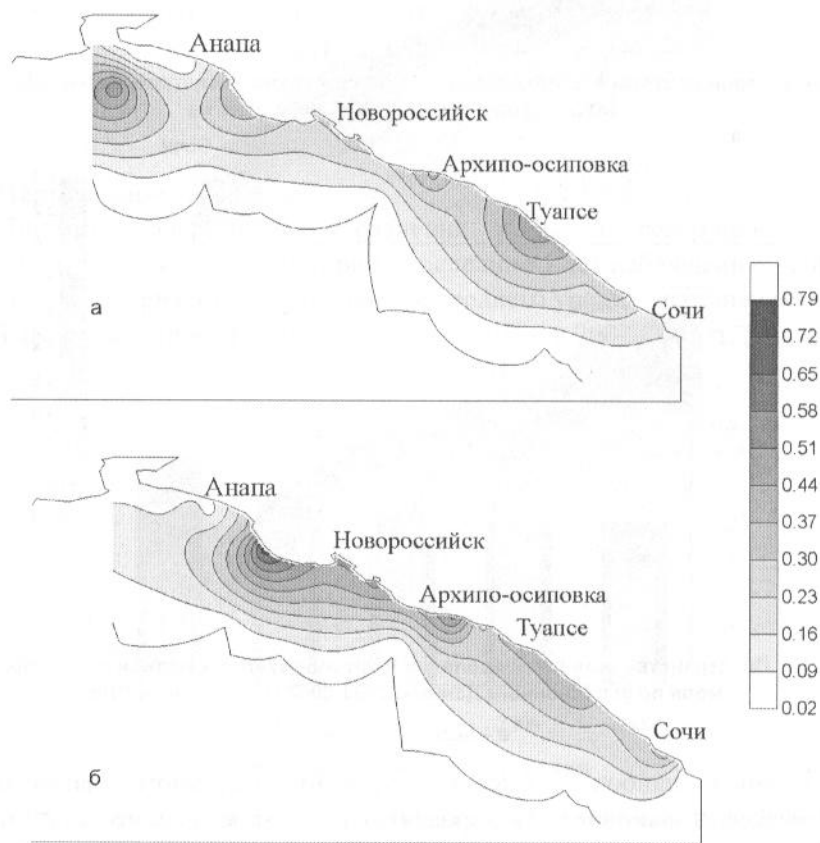


Рис. 11. Пространственное распределение нефтепродуктов в донных отложениях Черного моря по усредненным данным 2003-2007 гг., г/кг сухой массы

а – весна, б – осень.

Сравнительная характеристика загрязненности донных отложений побережья исследуемой части Черного моря, как уже отмечалось, возможна только при нивелировании типов грунта, от которого зависит степень накопления нефтепродуктов. Донные отложения северо-восточного побережья Черного моря по гранулометрическому составу по классификации, принятой для Азовского моря, можно отнести к 1-му - 4-му типам. Средние характерные концентрации НП, рассчитанные по результатам анализа донных отложений за период 2001-2007 гг., имеют более низкие значения, чем для таких же типов донных отложений Азовского моря (табл. 3).

Таблица 3

Средние характерные концентрации (СХК) нефтепродуктов для различных типов донных отложений северо-восточного побережья Черного и Азовского морей, г/кг сухой массы

Тип донных отложений	СХК для донных отложений Азовского моря	СХК для донных отложений Черного моря
1	0,10	0,05
2	0,25	0,20
3	0,40	0,35
4	0,50	0,45

Согласно полученным данным, максимальное поступление НП в донные осадки происходит в осенний период в районе пос. Южная Озереевка (рис. 12). С учетом изменения соотношения различных типов донных отложений Черного моря в 2006 г. наблюдалось максимальное их загрязнение. В остальные годы прослеживается постепенное уменьшение загрязненности донных осадков (рис. 13).

Таким образом, до 2005 г. нефтяное загрязнение исследуемых объектов Азово-Черноморского бассейна имело тенденцию к постепенному уменьшению. В последние 2 года наблюдений отмечено увеличение загрязнения воды Нижнего Дона до 1,4-1,6 ПДК. Нефтяное загрязнение воды Азовского и Черного морей осталось на низком уровне, не превышающем предельно-допустимую концентрацию. В 2007 г. загрязнение донных отложений р. Дон и Азовского моря нефтепродуктами было максимальным за последние 5 лет наблюдений, а Черного моря, напротив, - минимальным.

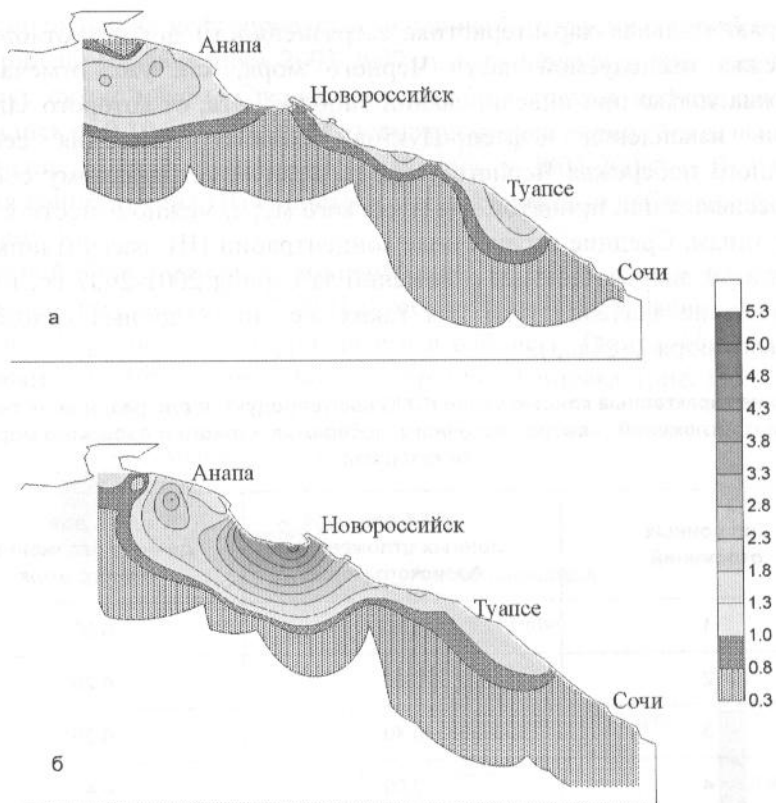


Рис. 12. Пространственное распределение нефтепродуктов в донных отложениях Черного моря по усредненным данным 2003-2007 гг., кратность СХК

а – весна, б – осень

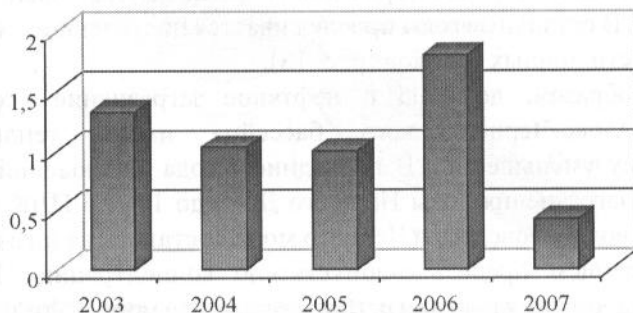


Рис. 13. Динамика загрязнения донных отложений Черного моря с учетом их типа в 2003-2007 гг. (по кратности СХК)