

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА

О. А. Петренко, С. С. Жугайло, Т. М. Авдеева

ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: info@yugniro.ru

Представлены результаты многолетних мониторинговых исследований уровня загрязнения тяжелыми металлами, нефтепродуктами и хлорорганическими соединениями водной среды и донных отложений Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна (северо-западный шельф Черного моря, Севастопольская бухта, прибрежная зона ЮБК, Феодосийская бухта, Керченское предпроливье Черного моря, Керченский пролив и западная часть Азовского моря). Для определения загрязняющих веществ использовались ИК-спектрометрия и флюоресценция, газо-жидкостная хроматография, атомно-адсорбционная спектрометрия. Описаны районы, наиболее подверженные антропогенному воздействию – морской добычи углеводородов, портовых акваторий (дноуглубление, дамлинг, рейдовые перегрузки), зон высокой рекреационной нагрузки. Дана оценка уровня накопления токсикантов в тканях и органах промысловых гидробионтов бассейна. Анализ уровня загрязнения морской среды показал, что в наименьшей степени загрязнена тяжелыми металлами морская среда Южного берега Крыма (район г. Ялта) и Феодосийский залив в зоне деятельности порта. Наибольшее содержание тяжелых металлов характерно для донных отложений акваторий Феодосийского залива, Севастопольской бухты и в районе газодобычи на северо-западе Черного моря. Содержание нефтепродуктов в донных отложениях всех рассматриваемых районов моря (за исключением ЮБК и центральной части Керченского пролива) превышало величину (1 мг/г с.в.), выше которой начинается деградация донных биоценозов. Наибольшее содержание нефтепродуктов в донных отложениях определено в районе действующих морских стационарных платформ. Отмечено снижение вклада хлорорганических пестицидов и увеличение доли полихлорированных бифенилов в загрязнение морской среды Азово-Черноморского бассейна. В отдельные годы концентрация ДДТ в воде увеличивалась по сравнению с фоновыми величинами, что может являться следствием размыва могильников пестицидов, расположенных на юге Украины.

Ключевые слова: Азово-Черноморский бассейн, тяжелые металлы, компоненты нефти, хлорорганические соединения, загрязнение воды, донные отложения, промысловые гидробионты

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия изменения состояния экосистемы Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна обусловлены не только привычными природными факторами, но и все усиливающимися антропогенными: загрязняются реки водосборного бассейна, сбрасываются недостаточно очищенные производственно-бытовые стоки, происходит интенсификация использования моря для нужд транспорта и рекреации, морской газодобычи, эксплуатации биологических ресурсов, в результате чего безвозвратно исчезают многочисленные представители морской фауны и флоры.

Азово-Черноморский бассейн как внутренний водоем обладает, в сравнении с Мировым океаном, ограниченной ассимиляционной емкостью, в связи с чем любая антропогенная нагрузка может иметь катастрофические последствия для его экосистемы.

В этой связи целью настоящей работы явилась оценка качества морской среды Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна в условиях естественных и антропогенных нагрузок.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Решение поставленной цели осуществлялось на основании данных комплексного мониторинга условий среды, организованного сотрудниками лаборатории охраны морских экосистем ЮгНИРО на северо-западном шельфе Черного моря, в Севастопольской бухте, прибрежной зоне ЮБК (район Гаспра-Ялта-Гурзуф-Алушта), Феодосийской бухте и Керченском предпроливье Черного моря, Керченском проливе и западной части Азовского моря. Схема станций отбора проб представлена на рис. 1.

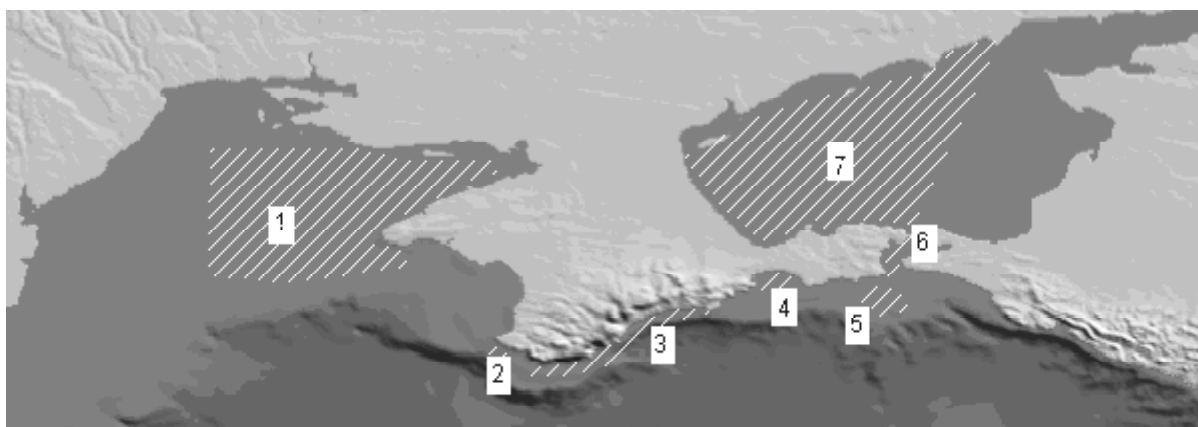


Рис. 1 Районы многолетнего мониторинга состояния водной среды, выполняемого ЮгНИРО:
1 – Северо-Западный шельф Черного моря; 2 – Севастопольская бухта; 3 – Южный берег Крыма, Гаспра-Ялта-Гурзуф-Алушта; 4 – Феодосийский залив; 5 – Керченское предпроливье Черного моря; 6 – Керченский пролив; 7 – Азовское море, западная часть

Анализируемые параметры состояния экосистем включали наиболее токсичные для гидробионтов тяжелые металлы (Hg, As, Cu, Pb, Cd, Cr, Zn, Mn, Fe), нефтепродукты (нелетучие углеводороды, смолы и асфальтены), хлорорганические соединения (пестициды и полихлорированные бифенилы).

Химический анализ воды, донных отложений и гидробионтов выполнен в лаборатории охраны морских экосистем, аттестованной на проведение измерений в сфере распространения государственного метрологического надзора.

Для определения загрязняющих веществ использовались следующие методы: ИК-спектрометрия и флуоресценция (нефтепродукты), газо-жидкостная хроматография (хлорорганические соединения (ХОС), атомно-адсорбционная спектрометрия (тяжелые металлы).

Оценка качества воды проводилась в сравнении с ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов [7], донных отложений – Классификацией донных отложений по степени их загрязненности нефтепродуктами [6], промысловых гидробионтов – согласно [19].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Северо-Западный шельф Черного моря (СЗЧМ) издавна использовался только для рыбного промысла, однако в последние десятилетия акценты в освоении ресурсов постепенно смещались в сторону газодобычи.

ЮгНИРО осуществлял мониторинг состояния водной среды данной акватории с 80-х годов XX века [2, 13, 17, 18, 21, 22].

В течение всего времени исследований в водной среде акватории СЗЧМ из определяемых тяжелых металлов только концентрация кадмия не превышала ПДК (табл. 1). Однако в июле 1991 г. в воде поверхностного горизонта зафиксировано экстремально высокое содержание кадмия – 7,40 мкг/л, в это время в придонной воде максимум был значительно ниже – 1,45 мкг/л.

Таблица 1

Среднегодовые концентрации тяжелых металлов в водной среде Северо-Западного шельфа Черного моря в зоне добычи углеводородов

Годы	Hg	Cu	Pb	Cd	Cr	Hg	Cu	Pb	Cd	Cr
	Вода, мкг/л					Донные отложения, мкг/г с.в.				
1991	0,20	2,48	1,94	0,10	1,65	0,07	23,85	52,16	0,42	18,30
1992	0,26	1,68	4,45	0,05	1,39	0,10	11,88	44,09	0,18	10,55
1993	0,04	0,71	2,03	0,09	1,15	0,14	8,18	16,59	0,18	13,81
1994	0,06	0,82	1,45	0,11	1,16	0,02	10,25	12,60	0,10	12,12
1995	0,07	1,47	0,69	0,04	0,79	0,02	13,17	8,52	0,09	9,66
1996	0,03	6,37	8,79	0,02	2,07	0,07	27,36	30,33	0,10	17,72
2003	0,05	0,13	0,55	0,05	0,54	0,03	9,77	15,72	0,16	16,59
2004	0,20	0,09	0,64	0,03	1,00	0,03	13,37	10,30	0,16	36,12
2005	0,05	0,17	0,59	0,05	0,98	0,04	10,20	6,16	0,08	29,47
2006	0,03	1,02	0,71	0,02	0,82	0,06	14,76	7,18	0,06	33,98

Для свинца в июле 1991 г. и августе 1992 г. в воде придонного горизонта зафиксировано превышение ПДК, соответственно, в 1,1 и 2 раза по максимальным величинам. В донных отложениях экстремально высокое содержание (171-179 мкг/г с.в.) определено позже – в сентябре 1993 г. и апреле 1994 г. при среднем значении по акватории, составляющем 11,90 мкг/г с.в.

Максимальная концентрация меди в отдельные годы (сентябрь 1987, март 1990, июль 1991 и август 2003 гг.) превышала нормативную величину в 1,5-4 раза, в донных осадках аномально высоких содержаний не выявлено.

В период исследований содержание хрома в водной среде (0,08-1,63 мкг/л) и донных отложениях (2,76-65,7 мкг/г с.в.) изменялось в пределах, характерных для Черного моря, за исключением марта 1990 г., когда в придонной воде выявлен абсолютный максимум – 27,8 мкг/л.

Наиболее существенные отклонения от нормативной величины выявлены для ртути. Концентрации металла в воде стали превышать ПДК по средним величинам в 2-5 раз и по максимальным – в 5-7 раз в поверхностном горизонте с февраля 1989 г., а затем и в придонном (апрель 1989 г.). С этого года и до сентября 1993 г. такие аномалии сохранялись постоянно, достигнув экстремума в июле 1991 г. как по средним (до 0,51 мкг/л), так и по максимальным (0,79 мкг/л) значениям. В последующий период для ртути превышения до 2,7 ПДК фиксировались на единичных станциях и только в 2004 г. – до 9 ПДК. После экстремально высоких концентраций ртути в воде, спустя небольшой промежуток времени, в донных отложениях фиксируется наибольшее содержание металла (август 1992-сентябрь 1993 г. и сентябрь 2006 г.) как по средним, так и по максимальным величинам.

Характерной чертой пространственного распределения в воде поверхностного горизонта всех исследованных тяжелых металлов явилось их максимальное содержание у основания буровых платформ. В отдельные годы наблюдалась корреляция максимальных концентраций тяжелых металлов с расположением буровых платформ не только в поверхностном горизонте вод, но и в придонном и в донных осадках. При удалении от скважин уже на 1 кбт содержание данных поллютантов снижалось на 1-2 порядка [21].

Начальный период активного освоения района газодобычи (июнь 1987-апрель 1989 г.) характеризовался небольшим ростом загрязнения водной среды нефтепродуктами – до 1,6-2,8 ПДК. В апреле 1989 г., после завершения строительства МСП «Каркинитская-19», в центральной части залива содержание нефтепродуктов составило 1,6-2,7 ПДК, но уже через месяц после начала разведочного бурения их концентрации вокруг МСП в радиусе 6,6 кбт превышали ПДК в 5-26,5 раз. При этом непосредственно на самой буровой концентрация нефтепродуктов достигла в воде поверхностного

горизонта 110 ПДК, а придонного – 265 ПДК. Отметим, что столь высокие концентрации нефтепродуктов достигались за счет фракции летучих углеводородов.

В течение 1990-1996 гг. имела место тенденция снижения содержания нефтепродуктов до 0,01-0,05 мг/л, только в зонах действующих МСП в придонном слое воды оно превышало нормативную величину до 13-14 раз. В последний период исследования (2003-2006 гг.) средняя концентрация в водной среде не превышала 1,8 ПДК, максимальная – 4,7 ПДК (рис. 2 а, б).

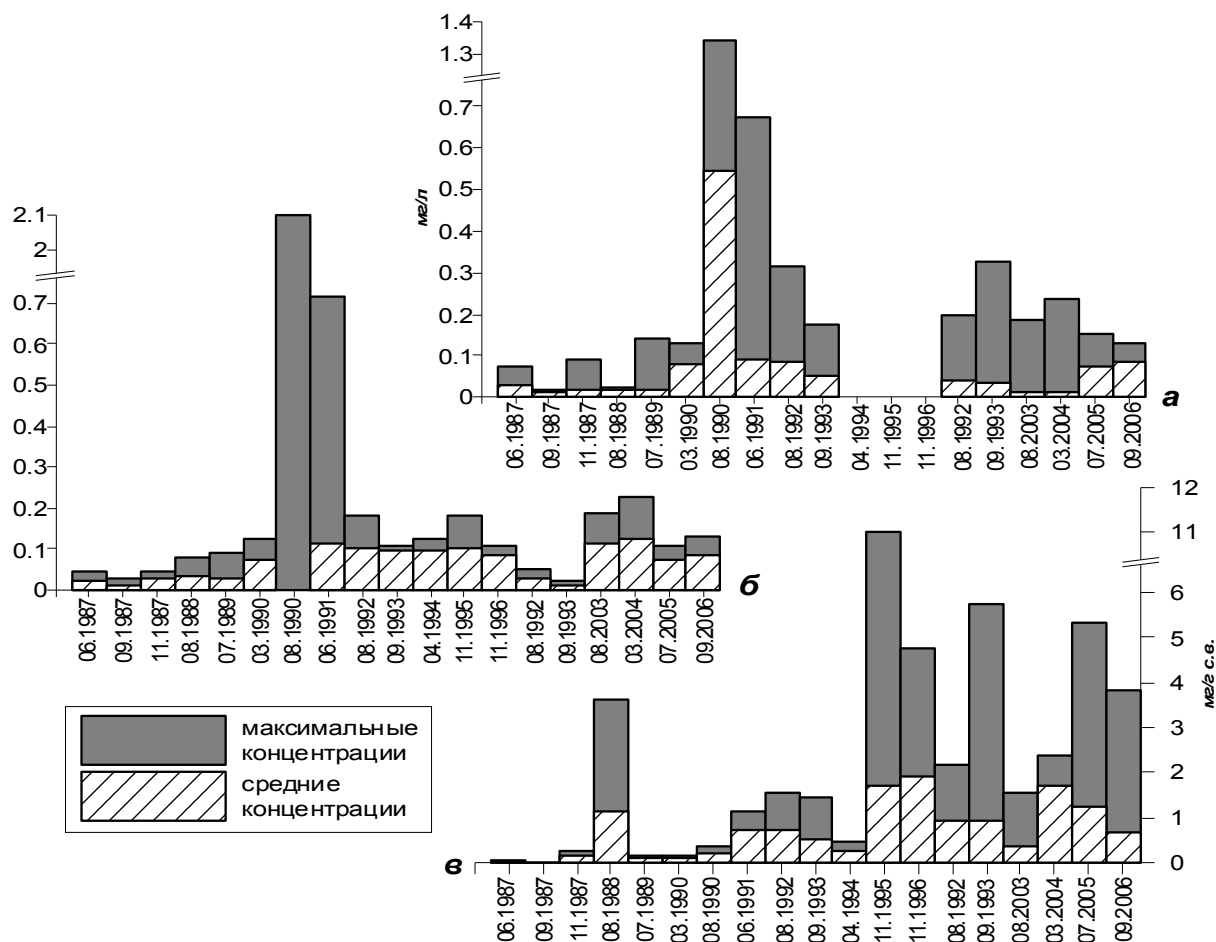


Рис. 2 Динамика содержания нефтепродуктов в воде (а – поверхностный горизонт, б – придонный) и донных отложениях (в) Северо-Западного шельфа Черного моря

Уровень загрязнения донных отложений после начала разведочного бурения (1986-1987 гг.) был низким: среднее содержание нефтепродуктов изменялось в пределах 0,003-0,150 мг/г с.в., максимальное – 0,014-0,270 мг/г с.в. В августе 1988 г. максимальная концентрация нефтепродуктов впервые превысила величину 1,0 мг/г с.в., выше которой начинается деградация донных биоценозов [6]. С марта 1990 г. эти аномалии для максимальных значений стали устойчивыми (рис. 2 в). Кроме того, в сентябре 1993 г. зафиксирована экстремально высокая концентрация поллютанта (11,02 мг/г с.в.) на МСП «Шмидта-6», что и послужило одной из причин ее консервации.

Диапазон средних концентраций хлорорганических соединений небольшой и составляет 1,0-56,0 нг/л. В донных отложениях содержание ХОС изменялось в пределах 17,1-33,9 нг/г с.в. Основные загрязняющие вещества этой группы – полихлорированные бифенилы, поступающие в морскую среду как результат деятельности МСП. Однако в 2005 г. на отдельных станциях съемки максимум концентраций ДДТ достигал 1310 нг/л. Исследования показали отсутствие локализации ХОС в районах МСП, в связи с этим можно полагать, что распределение ХОС в морской среде исследуемой акватории определяется динамикой вод.

Севастопольская бухта подвергается воздействию повышенной антропогенной нагрузки: судоходство, работа портовых комплексов, выбросы хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод и т.д.

Из определяемых тяжелых металлов в наибольшей степени водная среда Севастопольской бухты загрязнена железом, концентрация которого изменялась в пределах 35,5-95,1 мкг/л. Принимая во внимание, что имеет место корреляция между железом и взвешенным веществом, можно полагать, что основным источником загрязненности водных масс железом является терригенный сток. Для ртути зафиксирован единичный случай превышения нормативной величины в 1,6 раза в северо-западной части акватории бухты. Содержание остальных тяжелых металлов не превышало ПДК (табл. 2).

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в морской среде Севастопольской бухты

	Hg	Cu	Fe	Pb	Cd	Zn	Mn	Cr	НП
Водная среда, мкг/л									
Min	0,02	2,18	35,5	0,30	0,01	4,57	1,39	0,61	30
Max	0,16	4,65	95,1	0,50	0,09	49,7	3,10	1,16	71
Среднее	0,07	3,37	63,5	0,40	0,05	13,0	2,26	0,82	50
Донные отложения, мкг/с.в.									
Min	0,18	9,34	4410	10,0	0,06	14,7	84,5	27,7	464
Max	0,44	105	21890	74,3	0,48	276	204	58,7	2619
Среднее	0,29	59,2	13579	34,7	0,21	134	108	44,6	1540

В отношении пространственного распределения следует отметить, что в наименьшей степени загрязнена тяжелыми металлами мористая часть бухты, водная среда которой характеризовалась низким значением ИКВ [5] – 0,21 (очень чистая вода). Центральная часть бухты, по всей видимости, ввиду ограниченного водообмена накапливает в среде тяжелые металлы в значительных количествах: величина ИКВ составила 0,79, что соответствует градации «умеренно загрязненная вода». Что касается донных отложений центральной части бухты, то содержание в них ртути, меди, свинца, кадмия и цинка превышало пределы, характерные для слабо загрязненных районов Черного моря.

Для нефтепродуктов превышение ПДК в 1,1-1,5 раза зафиксировано в 35 % отобранных проб воды. При этом пространственное распределение нефтепродуктов характеризовалось мозаичностью. Уровень загрязнения донных отложений бухты нефтепродуктами, как и тяжелыми металлами, увеличивался с запада на восток. По классификации донные отложения мористой части акватории бухты относятся к I-II уровню загрязнения, центральной – к III уровню, при котором начинается деградация донных биоценозов [6].

В воде акватории бухты содержание ХОС было ниже предела обнаружения для данного метода определения, в донных отложениях зафиксированы только соединения группы ПХБ, содержание которых изменялось в пределах 8,3-913,3 нг/г с.в. Пространственное распределение ПХБ в донных отложениях было аналогичным распределению тяжелых металлов и нефтепродуктов.

Южный берег Крыма. Уровень загрязненности морской среды прибрежной зоны ЮБК (р-н Гаспра-Алушта) тяжелыми металлами был достаточно низким: величина ИКВ составила 0,45 и это соответствует градации «чистая вода». Тем не менее содержание железа практически на всей исследуемой акватории составляло 1-2,6 ПДК, максимум зафиксирован в районе г. Ялта. В прибрежной части моря, южнее г. Ялта, в поверхностной воде отмечены единичные случаи превышения нормативной величины в 1,2-1,4 раза для ртути. В донных отложениях содержание тяжелых металлов входило в пределы, характерные для слабо загрязненных районов Черного моря. При этом достаточно высокие концентрации железа и марганца определены на единичных станциях – в районе Ливадия-Массандра.

Превышение предельно допустимой величины для нефтепродуктов определено только в поверхностном слое воды в районе п. Лазурное в 1,2-1,4 раза и в районе г. Ялта – 1,2-2 раза. В донных

отложениях содержание нефтепродуктов изменялось в пределах 0,126-1,228 мг/г с.в. По классификации донные отложения отнесены к I-II уровням загрязнения, за исключением района г. Ялта, где отмечен III уровень. Можно полагать, что основной вклад в загрязнение исследуемой акватории вносит деятельность в порту г. Ялта.

Феодосийская бухта. Среди основных факторов, влияющих на состояние Феодосийского залива, отметим деятельность предприятий морехозяйственного комплекса, а также сброс ливневых и сточных вод.

Анализ уровня загрязненности акватории залива тяжелыми металлами показал, что величина ИКВ изменялась в большом диапазоне – 0,31-2,22 (табл. 3). При этом максимальной она была в марте 2005 г. в зоне деятельности Феодосийского морского торгового порта (ФМТП): водная среда классифицировалась как «грязная».

Таблица 3

Значение индекса качества вод Феодосийского залива

Дата/район	Акватория порта	Открытая часть залива	Зоны ливне-выпусков	Дата/район	Акватория порта	Открытая часть залива	Зоны ливне-выпусков
03.2003	0,52	0,59	0,35	09.2004	0,72	0,53	0,54
06.2003	0,52	0,45	0,42	12.2004	1,30	1,04	1,24
09.2003	0,35	1,08	0,55	03.2005	2,22	0,51	1,36
12.2003	0,84	–	1,30	06.2005	0,47	0,62	0,60
03.2004	0,56	0,31	0,84	09.2005	0,41	0,54	0,34
07.2004	0,45	0,95	0,50	11.2005	0,43	0,34	0,39

Следует отметить, что градация «умеренно загрязненная – грязная вода» обусловлена высоким содержанием малотоксичного элемента – железа. При этом абсолютный максимум для железа – 12 ПДК – зафиксирован в акватории порта в июне 2007 г. Начиная с конца 2008 г., содержание железа было достаточно низким. Принимая во внимание, что изменения концентраций железа в воде исследуемых участков происходили практически синхронно, можно полагать, что основной фактор, влияющий на динамику металла, – природный (рис. 3).

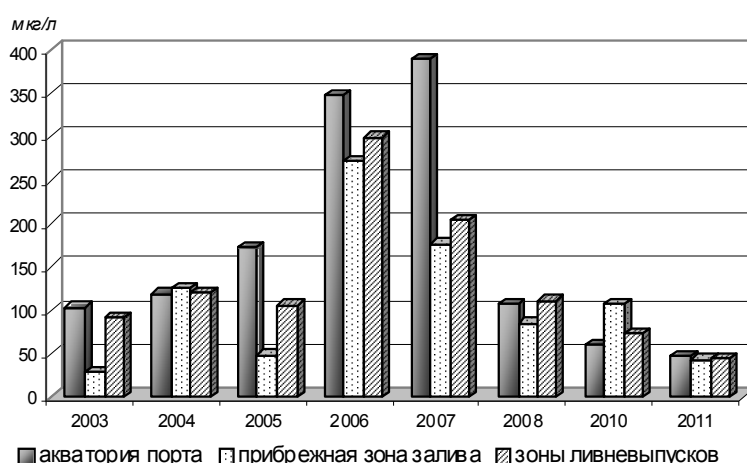


Рис. 3 Динамика среднегодовых содержаний железа (мкг/л) в воде акватории Феодосийского залива

Основной вклад в загрязнение водной среды железом и хромом вносила портовая деятельность: доля наибольших содержаний, например, железа в воде в зоне деятельности ФМТП составила 68 %, в районе выпуска сточных вод – 20 %, в открытой части залива – 12 %. Наибольшие концентрации ртути, меди, свинца и кадмия определены в открытой части залива [15].

В донных отложениях залива содержание кадмия и хрома изменялось в пределах, характерных для слабо загрязненных акваторий Черного

моря. Повышенные концентрации ртути и свинца определены в акватории порта, меди – в зонах выпуска сточных вод (табл. 4).

Среднее содержание тяжелых металлов в донных отложениях Феодосийского залива (мкг/г с.в.)

Дата	Ртуть			Медь			Свинец			Кадмий			Хром		
	1*	2*	3*	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
03.03	0,17	0,05	0,09	17,3	11,0	22,2	26,3	14,0	21,9	0,16	0,07	0,14	69,4	50,2	86,7
06.03	0,15	0,02	0,12	20,3	8,06	42,7	19,1	8,12	22,4	0,12	0,06	0,10	18,4	47,9	24,6
09.03	0,11	0,01	0,09	25,9	8,33	11,4	20,6	12,7	13,9	0,14	0,07	0,10	49,8	107	47,6
12.03	0,14	–	0,08	25,3	–	18,4	15,7	–	30,6	0,17	–	0,06	52,7	–	73,6
03.04	0,09	0,01	0,07	38,7	7,78	20,4	15,7	13,7	14,3	0,09	0,04	0,14	38,7	54,1	33,0
07.04	0,10	0,01	0,13	25,9	8,90	18,9	42,5	5,78	18,6	0,12	0,04	0,13	15,4	25,6	15,7
09.04	0,22	0,02	0,03	25,2	10,2	29,5	18,4	3,64	16,2	0,09	0,02	0,16	31,1	44,7	92,4
12.04	0,12	0,03	0,04	21,7	6,34	72,5	16,9	3,90	10,9	0,09	0,09	0,07	26,2	38,5	31,8
09.05	0,20	0,08	0,05	12,6	8,91	8,39	6,81	4,57	9,59	0,18	0,56	0,11	33,0	42,2	36,8

* 1 – акватория порта; 2 – открытая часть залива; 3 – зоны выпусков сточных вод.

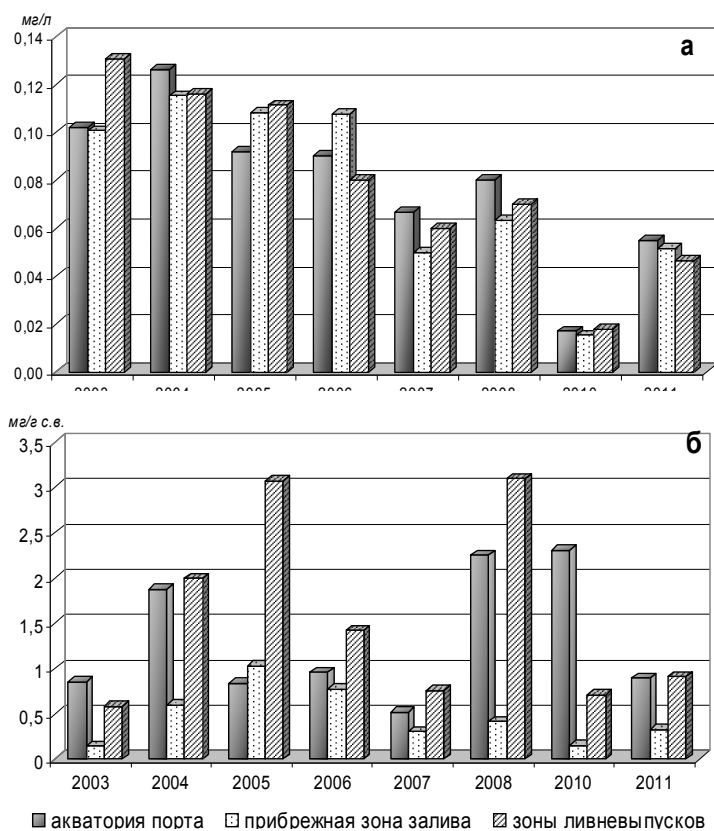


Рис. 4 Динамика среднегодовых содержаний НП в воде (а) и донных отложениях (б) Феодосийского залива

В период 2003-2006 гг. в воде практически на всей исследуемой акватории содержание нефтепродуктов превышало ПДК. Максимум – 4 ПДК – зафиксирован в декабре 2003 г. в зоне выпусков сточных вод. Начиная с декабря 2006 г., концентрация нефтепродуктов в воде снижалась до минимальных величин, наблюдаемых в 2011 г. Что касается сезонных изменений, то в большинстве случаев максимальное содержание нефтепродуктов в придонной воде отмечено в теплое время года, что, по всей видимости, вызвано большей скоростью их десорбции из донных отложений (рис. 4 а).

В донных отложениях наименьшее содержание нефтепродуктов, составляющее 0,111-1,105 мг/г с.в., определено в открытой части залива. Согласно классификации [6], донные осадки данной части акватории отнесены к I-II уровням загрязнения. Что касается остальных районов, то в отдельные годы в зонах деятельности порта и выпуска и сточных вод отмечена III степень загрязнения (рис. 4 б).

В водной среде исследуемой акватории распределение ХОС во времени и пространстве было крайне неравномерным. Так, наименьшее их содержание, составляющее 3,9 нг/л, зафиксировано в декабре 2004 г., причем в воде определены только изомеры ГХЦГ. Максимальная концентрация ХОС (633 нг/л) наблюдалась в сентябре 2005 г., при этом основную долю составляли ПХБ (88 % от Σ ХОС, ДДТ и ГХЦГ – соответственно, 11 % и 1 %).

В донных отложениях залива среднее содержание ХОС изменялось в пределах 2,6-720,8 нг/г с.в. Основной вклад в уровень загрязнения вносили ПХБ, составляя в среднем 66 % от Σ ХОС. В марте 2003 г. в зоне деятельности порта зафиксирована экстремально высокая концентрация ДДТ – 817,6 нг/г с.в. при наблюдаемом в течение всего периода исследования содержания 0-222 нг/г с.в. Помимо этого, в декабре 2004 г. отмечен максимум по ПХБ – 2603 нг/г с.в.

Керченское предпроливье. Одним из районов северной части Черного моря, подверженных значительным антропогенным нагрузкам, является предпроливная зона. На состояние экосистемы этой части моря оказывают влияние множество факторов, однако, наряду с судоходством и активным рыбным промыслом, дампинг грунтов дноуглубления является едва ли не самым существенным.

В среднем в результате сброса грунтов дноуглубления на глубоководную свалку из Керченского пролива в Черное море поступает ежегодно более 25 кг ртути, 3,8 т мышьяка, по 4,5 т свинца и меди, около 40 кг кадмия, более 500 т нефтепродуктов, около 30 кг хлорорганических соединений [3, 8].

Сравнение данных о загрязнении морской среды исследуемой акватории в процессе дампинга показало, что сброс грунтов начинает сказываться на загрязнении донных отложений медью через год, мышьяком и свинцом – через 2, кадмием – 3, ХОС – 4-5 лет после сброса грунтов дноуглубления.

В морской среде акватории дампинга наиболее показательна динамика содержаний ртути, меди и хрома. Так, ртуть обладает наиболее высокими миграционными свойствами, поэтому тенденция накопления ее в донных отложениях выражена слабо. Максимальная концентрация ртути в воде определена в 2002 г. при одновременном значительном уменьшении ее содержания в донных отложениях (рис. 5 а). Для свинца и хрома характерно повышение их содержания как в воде, так и в

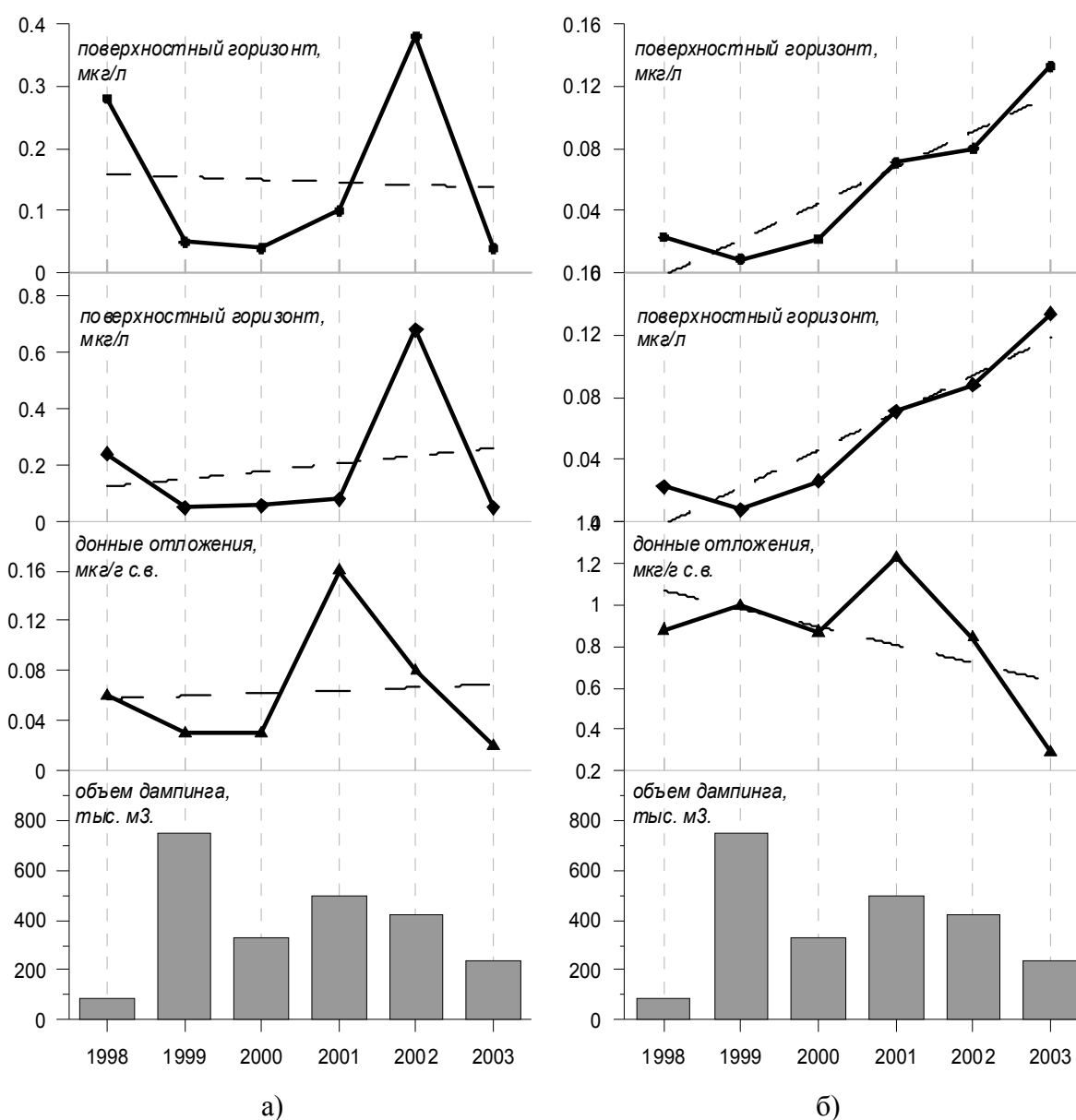


Рис. 5 Межгодовая динамика объемов дампинга, содержания ртути (а) и суммарных нефтепродуктов (б) в воде и донных отложениях района захоронения грунтов дноуглубления

донных отложениях, что свидетельствует о повышении уровня загрязнения морской среды региона указанными металлами даже при снижении объема дампинга.

Концентрация нефтеуглеводородов в водной среде района дампинга составила 0,024-0,141 мг/л и практически на всей акватории превышала ПДК до 2,8 раза. При этом с уменьшением объемов дампинга количество нефтепродуктов в донных отложениях снижается (рис. 5 б). Тенденции накопления нефтепродуктов в донных отложениях не выявлено, однако в водной среде содержание их стабильно возрастает. Это обусловлено не только значительной нагрузкой на экосистему вследствие интенсивного судоходства и трансграничных переносов, но и вымыванием их из донных отложений – эффект вторичного загрязнения.

В отношении ХОС следует отметить, что эти соединения в донных отложениях акватории дампинга не накапливаются, и с уменьшением объемов дампинга уменьшается их содержание.

Керченская бухта. Исследования уровня загрязненности прибрежной зоны бухты проводятся с 1993 [1, 4]. Анализ полученных результатов показал низкий уровень загрязнения водных масс кадмием, свинцом и марганцем. В отдельные годы фиксировались повышенные концентрации ртути в

воде: 1994 г. – 1,2 ПДК, 2002 г. – 2,1 ПДК, 2009 г. – 1,1 ПДК, при этом наибольшими они были в 1997 и 1998 гг. – 4,1 и 3,6 ПДК, соответственно. В 1996, 2000 и 2011 гг. содержание меди превышало ПДК в 1,1-1,2 раза, в остальное время количество металла было ниже 3 мкг/л, превышение нормы для цинка в 2,1 и 1,5 раза фиксировалось в 1996 и 1997 гг. Период с 1993 по 1997 г. характеризовался достаточно высоким содержанием железа в воде – до 16,5 ПДК, далее оно было значительно ниже – до 2,2 нормы, а в отдельные годы было ниже ПДК. Наибольшая концентрация хрома, равная 10,08 мкг/л, выявлена в водной среде в 1993 г., второй максимум – 5,71 мкг/л – наблюдался в 1996 г., и эти величины были высокими для Азово-Черноморского бассейна. В последующие годы содержание хрома составило 0,53-2,29 мкг/л.

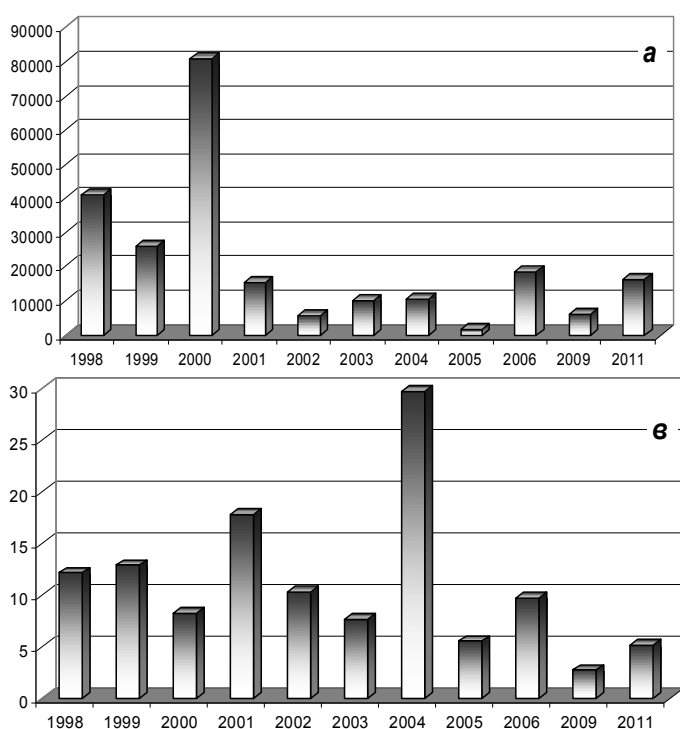


Рис. 6 Динамика средних концентраций тяжелых металлов в донных отложениях (мкг/г с.в.) Керченской бухты в 1993-2011 гг.: а – железо, в – свинец

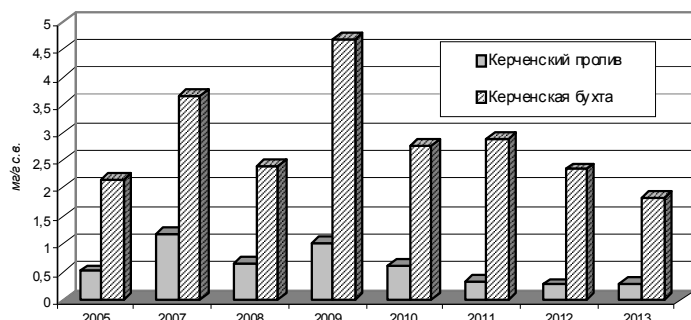


Рис. 7 Динамика содержания суммарных нефтепродуктов в донных отложениях Керченского пролива и Керченской бухты

Анализ многолетней динамики содержания тяжелых металлов в донных отложениях позволил определяемые тяжелые металлы условно разбить на две группы. К первой группе можно отнести ртуть, железо, кадмий, для которых относительно высокий уровень загрязнения донных отложений наблюдался в начальный период исследований – с 1998 по 2000 г., в последующие годы их количество либо резко снижалось до минимальной величины, либо сни-

жение было не так ярко выражено, как, например, для железа (рис. 6 а). С 2000 г. содержание металлов первой группы характеризовалось более низкими значениями и относительной стабильностью, как, например, кадмия. Ко второй группе можно отнести медь, свинец, цинк, хром и марганец. Особенностью этих элементов являлась значительная вариабельность их количеств на протяжении всего периода исследований, как, например, свинца (рис. 6 в).

При этом следует отметить, что наблюдаемые концентрации тяжелых металлов в донных отложениях Керченской бухты входили в диапазон, характерный для Азово-Черноморского бассейна.

Диапазон средних концентраций нефтепродуктов за период 2000-2007 гг. в воде составил 0,04-0,28 мг/л [4], в 2008-2013 гг. – 0,03-0,10 мг/л. В донных отложениях содержание суммарных нефтепродуктов изменялось в пределах 1,857-4,861 мг/г с.в., составляя в среднем 2,850 мг/г с.в. В целом уровень загрязненности данными токсикантами акватории бухты превышает таковой для Керченского пролива (рис. 7).

Керченский пролив. Об установившейся тенденции к наблюдаемому росту содержания загрязняющих веществ (ЗВ) в Керченском проливе сотрудники ЮгНИРО неоднократно докладывали на протяжении последнего десятилетия [10, 20]. На сегодняшний день наибольшую значимость имеет уровень нефтяного загрязнения в связи с аварией, произошедшей в ноябре 2007 г.

Исследования показали, что в период, предшествующий аварии, средняя концентрация углеводородов в воде поверхностного горизонта составляла 0,024-0,070 мг/л, придонного – 0,040-0,060 мг/л. В это время максимум наблюдался в сентябре 2006 г. Начиная с февраля 2008 г., их содержание устойчиво увеличивается, достигая максимума в апреле 2008 г. Далее имела место тенденция к снижению уровня загрязнения воды.

До ноября 2007 г. загрязненность донных отложений была достаточно низкой, содержание нефтепродуктов в целом не превышало 1 мг/г с.в., т.е. величины, выше которой начинается деградация донных биоценозов [6]. Следствием аварии явилось резкое повышение содержаний компонентов нефти в донных отложениях до максимальных величин, наблюдаемых в феврале 2008 г.

В сентябре 2009 г. для оценки самоочищающей способности донных отложений Керченского пролива нами был использован метод, который заключался в учете количественных изменений в составе и массе экстрагируемой нефти с учетом времени *in situ*. Это дало возможность учитывать как биотические, так и абиотические факторы самоочищения [9].

Среднюю скорость изменения содержания компонентов нефти за сутки рассчитывали по формуле:

$$a = \left(\sum \frac{C_{i+1} - C_i}{T_i - T_{i+1}} \right) / n, \quad (1)$$

где a – изменения содержаний нефтепродуктов в сутки, мг/г в сутки;

C – содержание нефтепродуктов, мг/г;

T – время, сутки;

n – количество съемок.

Используя наименьшую скорость изменения содержания нефтяных углеводородов, равную 0,0004712 мг/г в сутки, было рассчитано, что время, в течение которого уровень нефтяного загрязнения снизится до величины, наблюдаемой до аварии, составит 6-7 лет при условии существующей в настоящее время нагрузки в Керченском проливе. Последующие исследования подтвердили наш прогноз (рис. 7).

Азовское море. В период 2001-2006 гг. водная среда характеризовалась достаточно высоким уровнем загрязнения нефтепродуктами: их средняя концентрация изменялась в диапазоне 0,06-0,11 мг/л, превышая ПДК в 1,2-2,2 раза. В отношении межгодовой динамики следует отметить, что, начиная с 2002 г., наблюдалось их устойчивое увеличение до максимального значения в 2004 г. В последующие годы наметилась тенденция снижения степени загрязнения. Минимальное содержание нефтепродуктов определено в 2009 г. – 0,011-0,060 мг/л. В это время превышение ПДК в 1,2 раза выявлено в поверхностной воде в центре Азовского моря, в придонной воде наибольшая концентрация была на уровне ПДК в Казантипском заливе.

Минимальный уровень загрязнения донных отложений нефтепродуктами зафиксирован в 2001 г., их среднее содержание составило 0,630 мг/г с.в. В 2002 г. оно увеличилось в 1,8 раза, что, по всей видимости, обусловлено увеличением антропогенной нагрузки, связанной как с влиянием разработки и эксплуатации газоносных структур, так и с интенсификацией судоходства. Установившееся в 2002 г. содержание нефтепродуктов сохранилось практически на таком же уровне до 2006 г., в 2009 г. оно увеличилось в среднем в 1,4 раза и составило 1,556 мг/г с.в. (рис. 8).

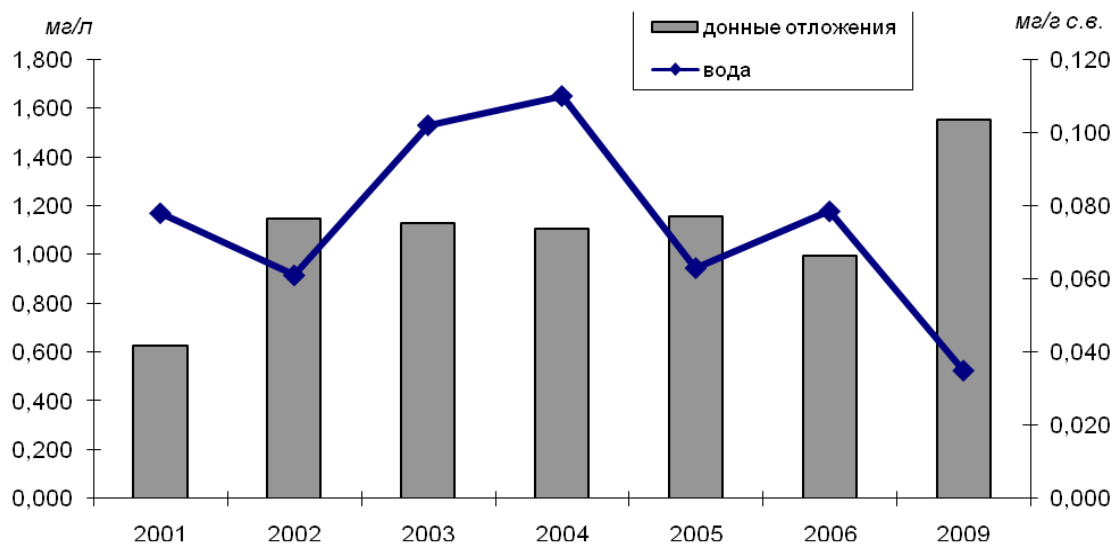


Рис. 8 Динамика средних содержаний нефтепродуктов в донных отложениях Азовского моря (мг/г с.в.) [11, 13, 16]

Согласно классификации [6], в 2001 г. донные отложения западной части Азовского моря по уровню загрязнения нефтепродуктами отнесены к I классу, в 2009 г. – III классу загрязнения. В период 2002-2006 гг. среднее содержание нефтепродуктов незначительно превышало величину (1,0 мг/г с.в.), выше которой начинается деградация донных биоценозов, в связи с этим состояние донных отложений в этот период ближе ко II уровню, чем к III.

Значительный интерес представляет фракционный состав нефтепродуктов, аккумулярованных донными отложениями, в связи с разной степенью их токсичности и скоростью деградации в морской среде. Анализ фракционного состава показал, что на протяжении всего времени исследований в донных отложениях доминировала мало трансформированная фракция, которой присуща высокая скорость деградации, исключение составил 2001 г., когда соотношение мало и сильно трансформированных фракций было 1:1.

В водной среде из определяемых тяжелых металлов превышение ПДК фиксировались для ртути и меди. В 2002 г. превышение нормы для ртути наблюдалось практически на всей исследуемой акватории, и в это время был зафиксирован абсолютный максимум – 2,1 ПДК. Максимальная концентрация меди в воде, составляющая в среднем 4,3 ПДК, определена в 2001 г. при диапазоне 5,82-39,5 мкг/л. В остальное время исследований количество ртути и меди в воде было значительно ниже, и только на отдельных участках акватории фиксировались незначительные превышения нормативной величины. Наибольшая концентрация хрома – 3,89 мкг/л – наблюдалась в 2001 г., в последующие годы она была в 2-7 раз ниже (табл. 5).

В целом по абсолютному содержанию тяжелых металлов, находящихся в воде Азовского моря, их можно расположить в ряд: Cu>As>Pb>Cd>Hg.

Однако такой ряд не дает достаточной информации об уровне загрязнения водной среды, в связи с этим предлагаем ряд с учетом ПДК, т.е. отношение абсолютного содержания химического элемента к ПДК: Cu>Hg>As>Pb>Cd.

Таким образом, наиболее неблагоприятная ситуация в водоеме отмечена по меди не только в связи с достаточно высокой концентрацией в воде, но и в результате острой токсичности для гидро-

Таблица 5

Среднее содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях западной части Азовского моря [14]

Год	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Cr	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Cr
	Вода, мкг/л						Донные отложения, мкг/г с.в.					
2001	0,10	1,69	21,5	1,35	0,10	3,89	0,08	62	18,7	7,51	0,45	29,8
2002	0,14	1,69	2,89	0,62	0,27	1,61	0,11	27,2	18,4	8,21	0,15	32,8
2003	0,07	0,12	3,58	0,47	0,15	0,54	0,04	10,9	18,2	11,3	0,14	21,7
2004	0,06	0,74	2,27	0,66	0,05	1,02	0,04	27,4	19,0	10,0	0,07	43,4
2005	0,05	0,40	2,48	0,34	0,07	0,93	0,05	8,69	12,6	5,68	0,05	41,7
2006	0,03	–	2,44	0,29	0,05	1,29	0,05	–	14,5	8,43	0,06	26,2
2009	0,09	–	2,86	0,80	0,02	–	0,14	–	14,5	4,92	0,06	27,1

бионтов. Но нужно отметить, что в последние годы, особенно в сравнении с концом XX века, ситуация по меди значительно улучшилась. Следует обратить внимание, что в 1996 г. на небольшом участке в центральной части моря был зафиксирован абсолютный максимум по меди – 180 ПДК [11].

При оценке качества донных отложений возникает ряд трудностей, связанных, во-первых, с отсутствием нормативов по содержанию загрязняющих веществ, во-вторых, с разной сорбционной способностью донных осадков. Известно, что состав донных осадков Азовского моря изменяется от крупнодисперсной песчано-ракушечной фракции до мелкозернистой, обладающей наибольшей сорбционной способностью.

По тяжелым металлам, аккумулярованным донными осадками, следует отметить, что, несмотря на значительную вариабельность их содержания в течение периода исследований, имеет место тенденция снижения уровня загрязнения донных отложений Азовского моря. Особое внимание обращает высокое содержание мышьяка в 2001 г., в последующий период оно значительно снизилось (табл. 5).

Из хлорорганических соединений в воде Азовского моря обнаружены изомеры ДДТ и ПХБ. Особенностью временного распределения соединений группы ДДТ явилось их достаточно высокое содержание в 2004 г., составляющее в среднем 169 нг/л, притом, что на протяжении ряда лет эти соединения присутствовали в воде в небольших количествах – 0,4-10,0 нг/л. По всей видимости, источником этого загрязнения могут быть могильники ядохимикатов (в том числе и ДДТ), расположенные на полуострове, но не исключена возможность их попадания в воду из атмосферы [18]. Содержание ПХБ изменялось в большом диапазоне – 49,5-233,2 нг/л, и наибольшим оно было в 2005 г.

Основной вклад в загрязнение донных отложений вносили ПХБ, содержание которых составило 1,8-53 нг/г. Что касается ДДТ, то их минимальная концентрация (0,5 нг/г) определена в 2001 и 2009 гг., а максимальная (20 нг/г с.в.) – в 2005 г., что, по-видимому, явилось следствием высокого уровня загрязнения водных масс в 2004-2005 гг. [6].

Токсиканты в промысловых гидробионтах. Содержание тяжелых металлов и хлорорганических соединений в гидробионтах можно рассматривать в двух аспектах: с целью оценки их пищевых качеств и состояния среды обитания.

Анализ полученных результатов за период 1992-2002 гг. показал, что в исследуемых гидробионтах содержание токсичных металлов и ХОС было значительно ниже допустимого уровня (табл. 6). С позиции состояния среды обитания следует отметить, что в наибольшей степени в органах промысловых объектов аккумулируются медь, цинк и свинец. По всей видимости, наибольшую обеспокоенность должна вызывать аккумуляция меди в значительных количествах.

Что касается хлорорганических соединений, то в современных условиях наблюдалось снижение уровня их накопления. Для промысловой ихтиофауны приоритетными соединениями явились полихлорированные бифенилы, из группы ДДТ – метаболит ДДЭ. В наименьшей степени накапливались хлорорганические соединения в мышцах судака и бычка, в большей – в печени рыб.

В целом накопление токсикантов почти для всех видов исследованных рыб возрастает в ряду: мышечная ткань-гонады-печень [12].

Среднее содержание тяжелых металлов и ХОС в гидробионтах (мкг/г влажного веса)
Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна

Гидробионты	Ткань	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	ΣГХЦГ	ΣДДТ	ПХБ
Калкан	мышцы	0,064	0,593	0,135	0,005	7,28	0,001	0,017	0,008
	гонады	0,023	0,996	0,078	0,010	28,9	0,003	0,038	0,014
	печень	0,039	1,84	0,337	0,048	21,5	0,005	0,086	0,038
Глосса	мышцы	0,031	0,465	0,230	0,012	7,44	0,006	0,017	0,041
	гонады	0,035	0,415	0,263	0,012	16,7	0,003	0,018	0,073
	печень	0,038	3,51	0,431	0,024	14,0	0,004	0,057	0,068
Пиленгас	мышцы	0,022	0,527	0,091	0,006	4,66	0,003	0,022	0,027
	гонады	0,023	25,4	0,227	0,019	31,7	0,005	0,021	0,020
	печень	0,039	13,8	0,826	0,076	18,7	0,005	0,042	0,045
Судак	мышцы	0,038	0,516	0,082	0,006	5,13	0,003	0,011	0,008
	гонады	0,035	1,43	0,145	0,015	30,7	0,003	1,165	0,029
	печень	0,052	1,79	0,227	0,032	11,1	0,005	0,051	0,019
Бычки	мышцы	0,021	1,06	0,080	0,004	8,70	0,002	0,007	0,004
	гонады	0,010	0,65	0,120	0,004	12,8	0,002	0,002	0,003
	печень	0,029	12,8	0,446	0,019	26,8	0,005	0,166	0,058
Барабуля	тушка	0,019	1,07	0,245	0,004	37,87	0,002	0,053	0,010
Хамса	тушка	0,018	0,651	0,113	0,050	10,6	0,003	0,027	0,020
Допустимый уровень	мышцы	0,5	–	1,0	0,2	–	0,2	0,2	2,0
	гонады	0,2	–	1,0	1,0	–	0,2	2,0	2,0
	печень	0,5	–	1,0	0,7	–	1,0	3,0	5,0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Химико-токсикологическое состояние исследуемых районов Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна существенно различается, что обусловлено как природными, так и антропогенными факторами.

Анализ уровня загрязнения морской среды показал, что в наименьшей степени загрязнена тяжелыми металлами морская среда ЮБК (район г. Ялта) и Феодосийский залив в зоне деятельности порта. Наибольшее содержание Hg, Cu, Pb, Cd, Zn характерно для донных отложений акваторий Феодосийского залива, Севастопольской бухты и в районе газодобычи СЗЧМ.

Из исследуемых акваторий наибольшая концентрация нефтепродуктов в водной среде определена в зоне добычи углеводородов – до 14 ПДК. Однако следует отметить, что столь высокие концентрации фиксировались только в начальный период освоения месторождений на этапе разведочного бурения на СЗШ; на современном этапе средние концентрации нефтепродуктов в водной среде данного района не превышают, как правило, 2 ПДК, в меньшей степени загрязнены водные массы Феодосийской бухты, западной части Азовского моря и Керченского предпроливья Черного моря, где только в отдельные годы отмечено превышение ПДК в 2-4 раза. Содержание нефтепродуктов в донных отложениях всех рассматриваемых районов моря (за исключением ЮБК и, в последние годы, центральной части Керченского пролива), как правило, превышало величину (1 мг/г с.в.), выше которой начинается деградация донных биоценозов. При этом наибольшее содержание нефтепродуктов в донных отложениях определено в районе действующих морских стационарных платформ.

Уровень загрязнения хлорорганическими соединениями морской среды исследуемых акваторий существенно различается. К общим закономерностям следует отнести снижение вклада хлорорганических пестицидов и увеличение доли полихлорированных бифенилов в загрязнение морской среды Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна. Тем не менее в отдельные годы концентрация ДДТ в воде увеличивалась на 2-3 порядка по сравнению с фоновыми величинами, что, по-видимому, явилось следствием размыва могильников пестицидов, расположенных на юге Украины. Исследования показали, что содержание тяжелых металлов и ХОС в промысловых гидробионтах было значительно ниже допустимых уровней для пищевых объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авдеева Т.М., Жугайло С.С., Иванюта А.П., Аджимуеров С.Н.* 2012. Динамика содержания тяжелых металлов в воде и донных отложениях Керченской бухты // Междун. конф. : Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона (20-23 июня 2012 г.). Мат-лы конф. Т. 1. Керчь: ЮгНИРО. С. 249-252.
2. *Жугайло С.С.* 2008. Загрязнение нефтепродуктами северо-западного шельфа Черного моря в зоне добычи углеводородов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : Сб. научн. трудов: Вып. 17. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 282-289.
3. *Жугайло С.С., Петренко О.А.* 2008. Природоохранные исследования ЮгНИРО в районах изъятия грунтов дноуглубления и их дампинга в Керченском регионе // Рыбное хозяйство. № 5 (54). С. 24-27.
4. *Жугайло С.С., Петренко О.А.* 2008. Современный уровень загрязнения прибрежных вод Керченской бухты // Всеукр. научн.-практ. конф.: Экология городов и рекреационных зон (17-18 апреля 2008 г.). Мат-лы конф. Одесса: ИНВАЦ. С. 261-263.
5. *Мандыч А.Ф., Шапоренко С.И.* 1992. Прибрежные воды – индикатор хозяйственной деятельности на побережье Черного моря / Природа. № 6. С. 17-24.
6. *Миронов О.Г., Миловидова Н.Ю., Кирюхина Л.Н.* 1986. О предельно допустимых концентрациях нефтепродуктов в донных осадках прибрежной зоны Черного моря // Гидробиологический журнал. Т. 22. № 6. С. 76-78.
7. *Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения*, утв. приказом ФАР от 18.01.2010 г. № 20, зарег. в Минюсте 09.02.2010 г. № 16326.
8. *Петренко О.А.* 1999. Роль дампинга грунтов дноуглубления в изменении загрязненности вод и донных осадков Керченского предпролива Черного моря // Экологические проблемы Черного моря : Сб. научн. статей. Одесса: ОЦНТЭИ.С. 136-139.
9. *Петренко О.А., Авдеева Т.М., Жугайло С.С., Загайная О.Б.* 2010. Современное состояние и тенденции изменения нефтяного загрязнения Керченского пролива // Сб. научн. трудов: Системы контроля окружающей среды. Вып. 14. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 145-149.
10. *Петренко О.А., Авдеева Т.М., Жугайло С.С., Шепелева С.М.* 2008. Влияние хозяйственной деятельности на состояние морской среды Керченского пролива // Метеорология, климатология и гидрология. № 50. Ч. II. С. 286-291.
11. *Петренко О.А., Авдеева Т.М., Литвиненко Н.М., Заремба Н.Б., Жугайло С.С.* 2005. Трансформация современного состояния экосистемы западной части Азовского моря за период 1996-2004 гг. // Сб. научн. трудов: Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 313-319.
12. *Петренко О.А., Авдеева Т.М., Шепелева С.М.* Особенности накопления токсичных веществ в тканях и органах промысловых объектов Азово-Черноморского бассейна // Труды ЮгНИРО : Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане. Керчь: ЮгНИРО. Т. 48. С. 59-68.
13. *Петренко О.А., Жугайло С.С.* 2010. Экологический мониторинг ЮгНИРО в районах добычи углеводородов Азово-Черноморского бассейна // Сб. научн. трудов : Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 22. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 97-102.
14. *Петренко О.А., Жугайло С.С., Авдеева Т.М.* 2013. Характеристика уровня загрязненности Азовского моря тяжелыми металлами по результатам многолетнего мониторинга ЮгНИРО // Сб. научн. трудов : Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 185-188.
15. *Петренко О.А., Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Аджимуеров С.Н.* 2014. Современный уровень загрязненности морской среды Феодосийского залива // Сб. научн. трудов : Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 167-171.
16. *Петренко О.А., Жугайло С.С., Себах Л.К., Авдеева Т.М., Шепелева С.М.* 2009. Уровень загрязненности Азовского моря в районе освоения месторождений газа на шельфе Украины // Междун. научн. конф. : Геология, география и экология океана (8-11 июня 2009 г.). Мат-лы конф. Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. С. 262-264.
17. *Петренко О.А., Троценко Б.Г., Жугайло С.С., Авдеева Т.М.* 2007. Результаты современных мониторинговых исследований загрязненности вод и донных отложений северной части Черного моря // Сб. научн. трудов : Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 199-206.

18. Петренко О.А., Шепелева С.М., Жугайло С.С. 2006. К вопросу об уровне загрязнения ДДТ экосистем Черного и Азовского морей в современных условиях // Рыбное хозяйство. № 2 (43). С. 28-30.
19. СанПиН 2.3.2. 1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.
20. Себах Л.К., Авдеева Т.М., Жугайло С.С., Петренко О.А. 2006. Влияние перегрузки нефтепродуктов на компоненты экосистемы Керченского пролива // V научно-практ. конф. УО МАНЭБ: Развитие предприятий морехозяйственного и нефтегазового комплексов. Проблемы экологии и экономики (6-8 сентября 2006 г.). Мат-лы конф. Южный-Одесса: Друк. С. 111-115.
21. Фащук Д.Я., Авдеева Т.М., Егоров А.П., Петренко О.А., Леонов А.В. 2006. Мониторинг условий среды в районе добычи газа на северо-западном шельфе Черного моря // Водные ресурсы. Т. 33. № 1. С. 44-61.
22. Petrenko O., Avdeeva T., Sebah L., Zhugailo S. Chemical-ecological state transformation of ecosystem of the north-western shelf of the Black Sea of gas deposits exploitation // Proceedings book. Workshop: Clean Black Sea working group. 2nd-5th June, 2005. Varna, Bulgaria. P. 139-141.

Поступила 12.03.15 г.

Results of long-term investigations on the contamination level in the Azov and Black Seas fishery basin marine environment. O. A. Petrenko, S. S. Zhugaylo, T. M. Avdeeva. *Results of the long-term environmental monitoring surveys of the pollution level in water environment and bottom sediments with heavy metals (Hg, As, Cu, Pb, Cd, Cr, Zn, Mn, Fe), petroleum products and chlorine organic compounds in the Azov and Black Seas fishery basin (North-Western Black Sea, Southern Crimea coastal waters, Sevastopol Bay, Feodosiya Bay, Kerch Strait and pre-strait area, western Azov Sea) are presented for the sea parts, mostly affected by the anthropogenic impact: zones of marine hydrocarbon production, harbours (bottom dredging, dumping, off-shore transshipments), areas of high recreational load. In order to identify pollutants, a number of methods were applied: infrared spectrometry, fluorescence, gas-liquid chromatography, and atomic absorption spectrometry. The level of toxicants accumulation in tissues and organs of the commercial living aquatic organisms in the studied region was evaluated. Results of the marine pollution analysis showed that coastal waters of Southern Crimea (Yalta City area) and port zone in the Feodosiya Bay were least polluted with heavy metals. The level of heavy metals content was highest in the bottom sediments of the Feodosiya and Sevastopol Bays, and in the North-Western Black Sea (gas production sites). Petroleum products content in the bottom sediments in all the studied areas (excluding Southern Crimea and Kerch Strait) exceeded the value (1 mg/g dry weight), when biodegradation starts. The highest level of petroleum products content in bottom sediments was marked for the active marine stationary platforms. It is found out that the amount of chlorine organic pesticides decreased and polychlorinated biphenyls increased in the whole Azov and Black Seas area.*

Keywords: Azov and Black Seas Basin, heavy metals, petroleum products, chlorine organic compounds, marine pollution, bottom sediments, living resources, commercial species, anthropogenic factors, recreational waters, dumping