

И.В.Мезенцева

*Морское отделение Украинского научно-исследовательского  
гидрометеорологического института, г.Севастополь*

**ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА  
В ВЕРХНЕМ СЛОЕ МОРСКИХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА НА МОРСКОЙ СЕТИ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ УКРАИНЫ**

Представлены результаты многолетних (1985 – 2004 гг.) наблюдений за загрязнением верхнего слоя морских донных отложений Сухого лимана и его взморья, Одесского порта, Днепро-Бугской устьевой области нефтепродуктами, синтетическими поверхностно-активными веществами, фенолами (сумма), хлорорганическими пестицидами и полихлорированными бифенилами. Показано постепенное улучшение состояния донных отложений по ряду показателей. Обоснована необходимость дополнить гидрохимический мониторинг более полным контролем содержания органических загрязняющих веществ в верхнем слое морских донных отложений во всех районах контроля на морской и устьевой сети подразделений Государственной гидрометеорологической службы Украины.

Морские сетевые подразделения Государственной гидрометеорологической службы и Морское отделение УкрНИГМИ осуществляют регулярное изучение загрязнения прибрежных вод в рамках Программы ОГСНК – «Общегосударственная служба наблюдения и контроля загрязнения природной среды (по Черному и Азовскому морям)». Полная Программа включает исследование в морских водах и донных отложениях содержания широкого спектра органических загрязнителей, являющихся наиболее опасными среди загрязняющих веществ (ЗВ) по критерию соотношения их концентрации и ПДК. О широком распространении органических загрязнителей в прибрежных районах моря свидетельствует как высокая степень выявления во всех элементах морской экосистемы, так и относительно высокий уровень их содержания [1].

Однако, с 1991 г. наблюдается сокращение мониторинговых исследований, обусловленное рядом экономических проблем. При изучении динамики загрязнения морской среды в рамках сокращенной Программы не учитывается сорбционная способность морских донных отложений (МДО), являющихся достаточно консервативной системой в отличие от гидродинамически активных морских вод. Поэтому оценка способности морской среды к самоочищению без учета переноса и накопления ЗВ в системе морская вода – донные отложения является недостаточно корректной.

Это особенно актуально для мелководных районов с высокой скоростью седиментации. Верхний слой активного накопления МДО составляет 0,1 – 5 м [2]. В нем происходит резкая смена Eh и pH осадков, состава иловых вод в сравнении с морскими, диффузионный обмен элементами между иловой и морской водой. При определенных гидрометусловиях МДО могут служить источником вторичного поступления ЗВ в воду [3]. Следовательно,

лишь сочетание гидрохимических показателей и накопления загрязняющих веществ антропогенного происхождения в МДО позволяет наиболее достоверно характеризовать уровень загрязнения морской среды в целом. Настоящая работа посвящена рассмотрению динамики загрязнения верхнего слоя донных отложений в прибрежной части северо-западного шельфа на примере Сухого лимана, Одесского порта и Днепро-Бугской устьевой области.

В последние годы мониторинговые исследования проводятся согласно государственной «Программы улучшения качества базовых наблюдений за загрязнением и мониторинга окружающей природной среды», утвержденной приказом №57 Министерства экологии и природных ресурсов Украины от 8.02.2002 г. Расположение станций отбора проб и методы химического анализа подробно представлены в «Ежегодниках качества морских вод по гидрохимическим показателям» [4].

Наблюдения за загрязнением МДО в прибрежной зоне Черного моря осуществляются только в Сухом лимане и на взморье (ГМБ «Ильичевск»), на акватории п.Одесса (МГ «Одесса»), в Днепро-Бугской устьевой области (НЦГМ). Отслеживается содержание нефтепродуктов (НП), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), фенолов (сумма), хлорорганических пестицидов (ХОП) и полихлорбифенилов (ПХБ).

Для оценки степени антропогенного загрязнения верхнего слоя МДО в работе использована классификационная схема качества донных отложений, разработанная УкрНЦЭМ (табл.1) [5].

Характеристика результатов наблюдений за содержанием НП и фенолов (сумма) в МДО Сухого лимана и его взморья, а также районов дампинга на подходе к Сухому лиману и у Днестровско-Цареградского гирла представлена в табл.2.

За период наблюдений снижение уровня загрязнения НП верхнего слоя донных отложений прослеживается как в Сухом лимане, так и в обоих районах дампинга. В лимане максимального значения (29 ПДК) концентрация НП достигала в 1987 г., в районах дампинга – в 1990 г., когда в период захороне-

Т а б л и ц а 1. Классификационная схема требований к качеству донных отложений Азово-Черноморского бассейна в пределах Украины.

ингредиенты	классы, качество					
	I	II*	III	IV	V	VI**
	высокое (эталон)	хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное	плохое	критичный уровень
НП, мг/кг	< 5	< 25	< 125	< 625	< 1250	> 1250
ГХБ, мкг/кг	< 0,5	< 2,5	< 12,5	< 62,5	< 125	> 125
Σ ДДТ, мкг/кг	< 0,5	< 2,5	< 12,5	< 62,5	< 125	> 125
линдан, мкг/кг	< 0,01	< 0,05	< 0,25	< 1,25	< 2,5	> 2,5
ПХБ, мкг/кг	< 4	< 20	< 100	< 500	< 1000	> 1000

П р и м е ч а н и я : \* – «стандарт», соответствующий ПДК; \*\* – превышение «критичного уровня» требует немедленных действий со стороны ответственных государственных органов, направленных на снижение концентраций ЗВ до уровня стандарта.

Т а б л и ц а 2. Диапазон изменения концентраций НП и фенолов (сумма) в донных отложениях и морской воде придонного слоя.

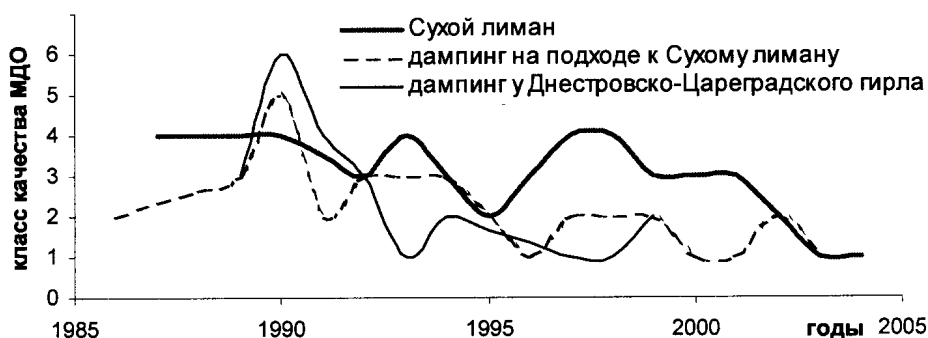
район и период наблюдений параметры	Сухой лиман	район дампинга на подходе к Сухому лиману	район дампинга у Днестровско-Цареградского гирла
	1987 – 2004 гг.	1986 – 2003 гг.	1989 – 1999 гг.
<i>нефтепродукты</i>			
МДО, мг/г	0 – 0,72	0 – 2,29	0 – 6,5
вода, мг/л	0 – 0,42	0 – 0,84	0 – 0,42
<i>фенолы (сумма)</i>			
МДО, мкг/г	0 – 4	0 – < 3	0 – 9
вода, мкг/л	0 – 5	0 – < 3	0

ния грунтов дноуглубления на подходе к Сухому лиману содержание НП МДО превышало ПДК в 92 раза, а у Днестровско-Цареградского гирла – в 260 раз. Вследствие интенсивного проведения дноуглубительных работ и дампинга (до 1990 г.) загрязнение МДО соответствовало V классу («плохое» качество, токсичные донные отложения) в Сухом лимане и на его взморье и VI классу («критичный уровень») в районах дампинга на подходе к Сухому лиману и у Днестровско-Цареградского гирла. На этом этапе в районах дампинга содержание НП в грунте превышало «критический уровень», что влекло за собой летальный исход для аборигенных донных популяций.

Снижение нефтяного загрязнения в 1991 – 1999 гг. позволяет оценивать качество донного грунта в этот период как «удовлетворительное» (умеренно-загрязненные и загрязненные донные отложения, III класс).

С 2000 г. в районах дампинга и с 2003 г. в Сухом лимане НП в МДО отсутствуют. Донные отложения имеют высокое качество и соответствуют I классу (рис.1).

Улучшение состояния грунта по нефтяному показателю обусловлено как снижением антропогенной нагрузки, так и преобладанием процесса самоочищения морской среды.



Р и с . 1 . Межгодовая изменчивость соответствия классу качества по содержанию НП в МДО.



Р и с . 2 . Межгодовая изменчивость среднегодового содержания фенолов (сумма) в МДО.

Многолетнее изменение загрязнения МДО фенолами (сумма) не столь однозначно (рис.2). В Сухом лимане максимальная концентрация токсиканта отмечалась весной 1999 г., а в районе дампинга у Днестровско-Цареградского гирла – весной 1991 г. (табл.2). В основном содержание фенолов (сумма) в верхнем слое донных отложений в последнее десятилетие было менее 1 мкг/г.

В МДО Одесского залива кроме наблюдений за загрязнением НП и фенолами (сумма) проводится исследование содержания детергентов (СПАВ), хлорорганических пестицидов ( $\gamma$ -ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ, ДДД) и полихлорированных бифенилов (ПХБ) (табл.3). Низкая растворимость в воде, а также адсорбция указанных соединений взвешенными частицами способствует значительному накоплению их в верхнем слое осадков.

Изучение процесса многолетнего изменения параметров химического загрязнения МДО выявило постепенное уменьшение содержания пестицидов. Среднегодовой уровень загрязнения  $\gamma$ -ГХЦГ снизился с 44,6 ПДК в 1999 г. до 3,2 ПДК в 2004 г.,  $\Sigma$  ДДТ (ДДТ, ДДЭ, ДДД) – с 7,8 до 2,7 ПДК соответственно. Вместе с тем повышенные концентрации токсикантов наряду с равномерным сезонным распределением и высокими значениями отношения DDT и DDD указывают на продолжающееся поступление пестицидов и долговременное накопление их в МДО Одесского залива.

Загрязнение верхнего слоя донных отложений ПХБ (1,3-2,1 ПДК) в исследуемый период соответствовало III классу качества. Высоким остается уровень загрязнения НП и фенолами (рис.3, 4). Продолжающееся накопление фенолов в МДО подтверждается положительным коэффициентом линейного тренда (табл.3).

В Днепро-Бугской устьевой области степень загрязнения МДО оценивается по содержанию НП и фенолов (табл.4). Корреляционные связи между загрязнением водных масс и донных отложений незначительны. По максимальным значениям (в пересчете на ПДК) содержание в воде, например, НП в 6 – 7 раз ниже, чем в верхнем слое донных отложений. Пространственно-временные зависимости в распределении ЗВ в МДО не прослеживаются.

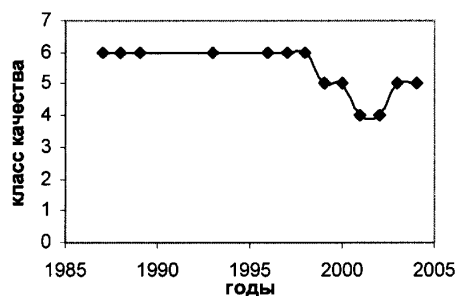
Наряду с чрезвычайно высоким уровнем загрязнения МДО на станциях дампинга в период 1985 – 1994 гг. особую озабоченность вызывает прекраще-

Т а б л и ц а 3. Диапазон изменения концентраций ЗВ в МДО Одесского залива.

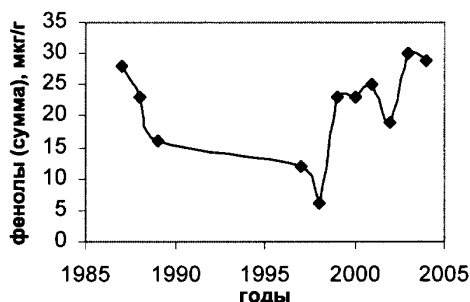
показатель	период наблюдения	число определений	диапазон концентраций	среднее значение за период	угловой коэффициент линейного тренда
НП, мг/г	1987 – 2004 гг.	42	0,33 – 2,95	1,18	– 0,0724
НП в воде, мг/л	1993 – 2002 гг.	22	0 – 0,20	0,08	– 0,0045
фенолы, мкг/г	1987 – 2004 гг.	40	4 – 39	21	0,163
СПАВ, мкг/г	1999 – 2000 гг.	15	98 – 260	160	–
ДДТ, нг/г	1999 – 2004 гг.	23	2,9 – 15,7	7,50	– 1,8514
ДДЭ, нг/г	1999 – 2004 гг.	23	0,21 – 4,1	1,41	– 0,4994
ДДД, нг/г	1999 – 2004 гг.	23	0,26 – 5,14	1,65	– 0,5989
γ-ГХЦГ, нг/г	1999 – 2004 гг.	23	0,15 – 3,5	0,88	– 0,3277
ПХБ, нг/г	1999 – 2000 гг.	9	25,5 – 41,8	33,2	–

Т а б л и ц а 4. Экстремальные и средние значения концентраций НП и фенолов (сумма) в МДО Днепро-Бугской устьевой области.

показатель	период наблюдений	диапазон концентраций	среднее знач. за период	превышение ПДК (разы)		угловой коэффициент линейного тренда
				по средн. знач.	по макс. знач.	
Днепровский лиман						
НП, мг/г	1987 – 2001 гг.	0 – 6,00	1,10	44	240	– 0,0404
фенолы (сумма), мкг/г	1987 – 2001 гг.	0 – 37	–	–	–	–
Бугский лиман						
НП, мг/г	1987 – 2001 гг.	0,04 – 4,32	1,02	41	173	– 0,0433
фенолы (сумма), мкг/г	1987 – 2001 гг.	0 – 12	–	–	–	–
станции дампинга						
НП, мг/г	1985 – 1994 гг.	0 – 5,33	0,87	35	213	0,4804
фенолы (сумма), мкг/г	1990 – 1994 гг.	0 – 3,82	1,20	–	–	–



Р и с . 3 . Межгодовая изменчивость соответствия классу качества МДО Одесского залива по содержанию НП.



Р и с . 4 . Изменение среднегодового содержания фенолов в МДО Одесского залива.

ние с 1995 г. мониторинговых наблюдений за состоянием грунтов в Днепро-Бугской устьевой области.

Таким образом, исследование МДО, проводимое в рамках государственного мониторинга даже по ограниченному числу показателей лишь в трёх локальных районах северо-западной части Чёрного моря, наглядно показывает неудовлетворительное состояние верхнего слоя донных отложений в результате продолжающегося поступления нефтепродуктов, синтетических поверхностно-активных веществ, фенолов, хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов. Следовательно, для адекватного отражения экологической обстановки в прибрежных районах, а также в целях корректного составления прогноза уровня загрязнения морской среды гидрохимический мониторинг необходимо дополнить более полным контролем содержания перечисленных органических загрязняющих веществ антропогенного происхождения в МДО во всех районах наблюдений на морской и устьевой сети подразделений Государственной гидрометеорологической службы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Деньга Ю.М., Лисовский Р.И., Михайлов В.И.* Нефтяное загрязнение в экосистеме Черного моря // *Екологічні проблеми Чорного моря.* – Одеса: ОЦНТЕІ, 2003. – С.126-134.
2. *Башикірцева О.В., Степаняк Ю.Д.* Природні умови акваторії Чорного моря як чинники формування його екологічного стану // *Екологічні проблеми Чорного моря.* – Одеса: ОЦНТЕІ, 2003. – С.38-41.
3. *Ильин Ю.П., Клименко Н.П., Мезенцева И.В., Чайкина А.В.* Комплексная оценка современного состояния загрязнения морской среды в прибрежных районах северо-западной части Черного моря // *Тр. ОГЭУ. Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища.* – Одеса, 2002. – С.26-32.
4. *Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям. Т.1. Черное море. Севастополь, 1986 – 2005 гг.*
5. *Національна доповідь України «Стан довкілля Чорного моря – 1996-2000 рр.».* – С764. – Одеса: Астропринт, 2002. – 80 с.

Материал поступил в редакцию 10.03.2005 г.  
После доработки 17.05.2005 г.