

Д.Б.Панов\*, Б.Н.Панов\*\*, Е.О.Спиридонова\*\*

\**Национальный университет кораблестроения им. адм. С.О. Макарова, г. Николаев*

\*\**Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь*

### **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ АКВАТОРИИ КЕР- ЧЕНСКОГО МОРСКОГО ТОРГОВОГО ПОРТА**

На основании материалов многолетних (1993 – 2006 гг.) комплексных съемок акватории Керченского морского торгового порта по 12 показателям загрязнения вод и донных отложений соединениями тяжелых металлов и нефтепродуктов определены основные, второстепенные и «ключевые» загрязнители. Определены тенденции загрязненности. Предложена оптимизация схемы мониторинга. Главным загрязнителем признаны нефтепродукты.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *Керченский морской торговый порт, мониторинг, загрязнение, тяжелые металлы, нефтепродукты.*

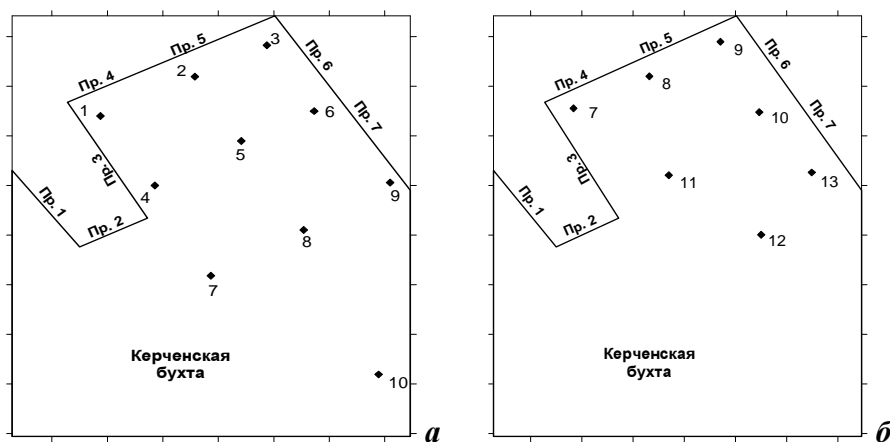
Одним из основных факторов, определяющих возможность дальнейшего развития деятельности порта, является минимизация ее негативного влияния на окружающую среду. Экономическая перспектива деятельности портов и решение экологических задач должны дополнять друг друга в развитии приморского региона. Однако экосистемный анализ деятельности морских портов Украины до сих пор недостаточно представлен в научной литературе. Крайне ограничено количество информации о степени загрязнения портовых акваторий.

Общие оценки влияния деятельности Севастопольского порта на загрязнение Камышовой бухты даны в [1] со ссылкой на Материалы Управления экологии и природных ресурсов в г.Севастополе, 2002 – 2007 гг. Анализ режима загрязнения фенолами и нефтепродуктами акватории Одесского торгового порта выполнен Е.Е.Совгой и И.В.Мезенцевой [2 – 4]. Отдельные сведения и довольно поверхностный анализ влияния деятельности Керченского морского торгового порта (КМТП) можно найти в [5] со ссылкой на исследования Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО) за 2002 – 2003 гг.

Представленные в данной работе исследования основаны на материалах комплексных экологических съемок, выполненных ЮгНИРО в акватории Керченского морского торгового порта с 1993 по 2006 гг.

Отбор проб проводился в соответствии со схемами станций, представленными на рис.1, в два этапа. В рабочий массив данных вошли материалы 16 съемок за 13 лет по 12 параметрам (9 – тяжелых металлов и 3 – по нефтепродуктам) загрязнения в поверхностном и придонном водных слоях, а также в верхнем слое донных отложений.

Анализ проб выполнен в лаборатории охраны морских экосистем ЮгНИРО, аккредитованной в системе Госстандарта Украины с применением метрологически аттестованных методик и аналитического оборудования, про-



Р и с . 1. Схемы расположения станций мониторинга Керченского морского торгового порта в 1993 – 1998 гг. (а), 2000 – 2006 гг. (б).

шестого метрологическую аттестацию.

Оценка уровня загрязненности воды проводилась в сравнении с величинами предельно допустимых концентраций (ПДК) для воды рыбохозяйственных водоемов [6], донных осадков – в сравнении с величинами естественного геохимического фона (ГФ) для донных осадков Азово-Черноморского бассейна [7].

Основные статистические характеристики (табл.1) исследуемых данных были рассмотрены для двух периодов, соответствующих принятым схемам мониторинга.

Во втором периоде, по сравнению с первым, в целом, можно отметить некоторое снижение значений по основной группе показателей. Увеличение средних многолетних концентраций от первого периода ко второму в поверхностных водах наблюдается у *Mn*, *Cu* и нефтепродуктов, в придонном слое вод – у *Mn* и нефтепродуктов, в донных осадках – только у *Cr*.

По остальным рассматриваемым показателям степень загрязнения не повышалась. Статистически значимые изменения для всего периода исследования (табл.2) присутствуют у 41 % показателей (у 27 % – снижение, у 14 % – рост).

Коэффициенты вариации (табл.1) логично указывают на относительно высокую изменчивость исследуемых показателей в поверхностном слое вод (от 0,43 до 4,16) по сравнению с придонным слоем (от 0,43 до 2,08) и донными осадками (от 0,41 до 0,94). Коэффициенты вариации в поверхностном слое вод во втором периоде по основной группе показателей снизились. В придонном слое вод и в донных отложениях какой-либо закономерности в изменениях коэффициентов вариации ко второму периоду не отмечено.

Следует обратить внимание, что минимальные концентрации у всех рассматриваемых показателей не превышали ПДК и ГФ, что свидетельствует об отсутствии хронического интенсивного загрязнения акватории порта.

Средние многолетние значения превышали ПДК в водной среде по железу (около 5 ПДК в поверхностном слое и около 3 ПДК в придонном) и по слабо трансформированным нефтеуглеводородам (НУ) в придонном слое вод

Т а б л и ц а 1. Статистические характеристики изменений показателей мониторинга загрязнения акватории КМТП.

период	хар-ка	Hg	As	Cu	Fe	Pb	Cd	Zn	Mn	Cr	C <sub>м</sub> + A <sub>сф</sub>	НУ	ΣНП
<i>поверхностный слой вод</i> (тяж. мет. – мкг/л, НП – мг/л)													
1993 –	средн.	0,09	2,07	3,10	418,51	1,61	0,13	22,87	16,99	2,00	0,01	0,04	0,05
1998	коэф. вар.	0,60	1,68	1,03	1,91	1,64	1,34	1,22	4,16	1,00	1,00	1,55	1,34
2000 –	средн.	0,09	0,36	5,58	64,18	0,43	0,05	16,42	20,93	1,50	0,02	0,09	0,11
2006	коэф. вар.	0,99	1,00	3,08	1,33	0,79	0,84	1,19	1,06	0,63	1,06	0,57	0,43
<i>придонный слой вод</i> (тяж. мет. – мкг/л, НП – мг/л)													
1993 –	средн.	0,09	1,72	4,39	222,80	1,03	0,10	39,58	5,15	1,80	0,01	0,02	0,04
1998	коэф. вар.	0,87	0,72	0,90	0,75	1,05	1,81	1,47	0,67	0,82	0,96	1,58	1,26
2000 –	средн.	0,09	0,38	3,71	79,87	0,46	0,05	17,97	16,22	1,39	0,03	0,09	0,12
2006	коэф. вар.	0,88	1,10	2,08	1,10	0,98	0,81	1,12	1,49	0,83	1,25	0,56	0,43
	ПДК	0,10	10	5,0	50	10	10	50	50	–	–	0,05	–
<i>донные отложения</i> (тяж. мет. – мкг/г, НП – мг/г сухого веса)													
1993 –	средн.	0,11	23,42	33,89	28268,0	42,89	0,25	104,88	396,72	30,46	2,77	1,13	3,90
1998	коэф. вар.	0,59	0,61	0,84	0,37	0,94	0,83	0,76	0,41	0,46	0,59	0,67	0,51
2000 –	средн.	0,11	22,77	30,72	21234,6	17,10	0,24	99,69	244,50	36,11	1,47	1,11	2,59
2006	коэф. вар.	0,87	0,71	0,46	0,76	0,64	0,58	0,52	0,41	0,55	0,92	0,53	0,63
	геохимический фон	0,40	11	40	36800	20	0,30	94	650	84	–	–	–

Т а б л и ц а 2. Статистически значимые линейные тренды многолетних изменений показателей мониторинга загрязнения акватории КМТП (доверительная вероятность 0,95).

слой	показатели											
	<i>Hg</i>	<i>As</i>	<i>Cu</i>	<i>Fe</i>	<i>Pb</i>	<i>Cd</i>	<i>Zn</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	$C_m + A_{сф}$	НУ	$\Sigma$ НП
поверхность	0	–	0	0	–	–	0	0	0	0	+	+
дно	0	–	0	0	0	0	0	+	0	0	+	+
донные осадки	–	0	0	–	–	0	0	–	0	–	0	–

Примечание: «+» – положительный тренд, «–» – отрицательный тренд, «0» – отсутствие значимого тренда.

(около 2 ПДК). В донных отложениях ГФ превышали средние значения содержания мышьяка (в 2 раза), свинца (в 1,5 раза) и цинка (в 1,1 раза). Эти загрязнители следует считать для акватории КМТП основными.

Практически никогда не превышали ПДК содержания в воде соединений мышьяка, свинца и кадмия. В донных отложениях никогда не превышали ГФ концентрации хрома.

В некоторых случаях из рассмотренных нормируемых в морской воде показателей превышали ПДК содержания ртути, меди, цинка и марганца, а в донных отложениях иногда превышали ГФ концентрации ртути, меди, железа, кадмия и марганца. Эти показатели следует считать второстепенными загрязнителями акватории КМТП.

Из основных загрязнителей вод статистически значимый тренд обнаружен в содержании НУ (положительный), в донных отложениях – в содержании соединений свинца (отрицательный).

В концентрации, равной ПДК, железо придает воде желтоватую окраску. Гибель икры некоторых видов рыб в результате оседания на ее оболочке окиси железа отмечена при концентрации железа около 10 ПДК. Острое отравление рыб наблюдается при концентрациях около 100 ПДК. При длительном воздействии низких концентраций железа понижается резистентность рыб к сапролегниозу [8].

Временное (до нескольких месяцев и более) загрязнение вод прибрежной зоны нефтяными углеводородами с концентрацией в пределах 2 – 20 ПДК приводит к ухудшению кормовой базы рыб; возможны нарушения миграций проходных рыб и популяционные перестройки локального и обратимого характера [9].

Следует отметить, что два из трех основных загрязнителей донных отложений (мышьяк и свинец) практически никогда не превышали ПДК в водах акватории. Это позволяет предположить, что концентрации соединений этих металлов в донных отложениях обусловлены геохимическими особенностями Керченского региона.

Для исследования механизма загрязнения акватории представляют интерес оценки корреляции многолетних изменений исследуемых показателей между собой. Выбрав показатели, которые достоверно связаны с четырьмя другими и более показателями, можно констатировать, что в поверхностном слое вод прямо или опосредованно со всеми другими показателями связаны

концентрации соединений *As*, *Fe*, *Cr*, в придонном слое вод – соединений *As*. Эти показатели могут рассматриваться как «ключевые» для мониторинга водной среды акватории порта.

Среди показателей, характеризующих донные отложения, «ключевых» показателей выделить не удалось.

В водной среде концентрации тяжелых металлов отрицательно коррелируют с содержанием НП, а в донных осадках – эта связь положительная. Эта особенность позволяет предполагать в механизме загрязнения донных отложений преобладание накопительного характера. Механизм загрязнения водной среды представляется более сложным.

Таким образом, основными загрязнителями вод акватории Керченского морского торгового порта являются соединения железа и мало трансформированных углеводов, донных отложений – соединения мышьяка, свинца и цинка. Изменения концентраций в водной среде мышьяка, железа и хрома связаны с изменениями остальной группы показателей. Поэтому представляется целесообразным в проводимом мониторинге уделить особое внимание именно этим 7 показателям (в настоящее время контролируется 24 показателя). В связи с увеличением загрязнения акватории нефтепродуктами следует обратить внимание на средства защиты и очистки акватории от нефтепродуктов.

Отмеченный уровень загрязнения вод акватории порта пока не вызывает негативного влияния на водные биоресурсы.

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории охраны морских экосистем ЮгНИРО за участие в мониторинге загрязнения акватории Керченской бухты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Подбельцева Е.В., Дубровина Н.С.* Анализ хозяйственной деятельности Севастопольского морского рыбного порта и оценка ее влияния на ресурсы прибрежной зоны // Системы контроля окружающей природной среды.– Севастополь, 2007.– С.212-216.
2. *Мезенцева И.В.* Загрязняющие вещества в морской воде и донных отложениях импактных районов Черного моря: Автореф. дисс. канд. геогр. наук.– Севастополь: МГИ НАН Украины, 2011.– 20 с.
3. *Совга Е.Е., Любарцева С.П., Мезенцева И.В.* Оценка способности экосистемы акватории Одесского порта к самоочищению в отношении фенолов и нефтепродуктов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010.– вып.22.– С.303-309.
4. *Совга Е.Е., Мезенцева И.В., Любарцева С.П.* Научное обоснование нормирования сбросов загрязняющих веществ импактных районов черного моря на примере Днепровского лимана и акватории порта Одесса // VII междунар. конф. «Современные проблемы Азово-Черноморского региона». Керчь, 20-23 июня 2012 г.).– Керчь: ЮгНИРО, 2012.– С.233-239.
5. *Ковалевич В.Н.* Экологические вопросы производственной деятельности предприятий, работающих на смежных акваториях Керченской бухты // IV междунар. научно-практ. конф. «Проблемы экологической безопасности и развития морехозяйственного и нефтегазового комплексов». Севастополь, 30 августа –

3 сентября 2004 г.)– Одесса, 2004.– С.38-43.

6. *Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов.*– М.: Минрыбхоз, 1992.
7. *Митропольский А.Ю., Безбородов А.А., Овсяный Е.И.* Геохимия Черного моря.– Киев: Наукова думка, 1982.– 142 с.
8. <http://www.cnshb.ru/akdil/0033a/base/k009.shtm>.
9. *Патин С.А.* Нефть и экология континентального шельфа.– М.: Изд-во ВНИРО, 2001.– 247 с.

Материал поступил в редакцию 07.10.2012 г.

*АНОТАЦІЯ.* На підставі матеріалів багаторічних (1993 – 2006 рр.) комплексних зйомок акваторії Керченського морського торгового порту по 12 показникам забруднення вод і донних відкладень сполуками важких металів і нафтопродуктів визначені основні, другорядні і «ключові» забруднювачі. Визначені тенденції забрудненості. Запропонована оптимізація схеми моніторингу. Головним забруднювачем визнані нафтопродукти.

*ABSTRACT.* Based on long-term (1993 – 2006) complex material observation of the Kerch Trading Sea Port water area according to 12 indicators of water pollution and sediment by heavy metals and petroleum products are defined primary, secondary, and 'key' pollutants. Trends of contamination were demonstrated. The optimizing monitoring scheme was offered. The oil was found as main contaminant.