

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В АКВАТОРИИ КЕРЧЕНСКОГО МОРСКОГО ТОРГОВОГО ПОРТА

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

*Национальный университет
кораблестроения
им. адм. С.О. Макарова

**Керченский государственный
морской технологический университет
E-mail: panov_bn@mail.ru

Типизация карт пространственного распределения содержания соединений тяжелых металлов и нефтепродуктов в воде и донных отложениях акватории Керченского морского торгового порта за 1993 – 2006 гг. позволила использовать их при определении наиболее активных источников загрязнения. Ими оказались 4 и 5 причалы, а также воды Керченской бухты.

Деятельность морских портов является одним из наиболее мощных факторов негативного влияния на прибрежные водные экосистемы. Влияние это многообразно. Его источники находятся на берегу (на территории порта и за его пределами), в акватории порта и на прилегающих к порту морских акваториях (рейдовые стоянки, подходные каналы, свалки грунтов дноуглубления...). Снижение уровня этих воздействий – актуальная проблема портовых служб, контролирующих органов и научных организаций.

Обязательным и наиболее эффективным средством решения этой проблемы является мониторинг последствий влияния деятельности порта. Прежде всего, это мониторинг загрязнения окружающей природной среды, проводимый преимущественно морскими научно-исследовательскими организациями. Мониторинг загрязнения акватории Керченского морского торгового порта (КМТП) с 1993 года выполняет Южный

научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО).

Данных о результатах мониторинга, проводящегося в морских портах Украины в научной литературе пока не много. В первую очередь они касаются средних или максимальных значений точечных характеристик, определенных на акватории порта [1 – 3], либо загрязнения прилегающих к порту акваторий [4 – 7]. В то же время, на наш взгляд, недостаточно представлены сведения о пространственном распределении загрязнения по акватории порта. Их систематизация может послужить решению задач определения источников загрязнения и организации эффективных мер, направленных на снижение их негативного влияния.

В данной работе представлены результаты исследования пространственного распределения соединений тяжелых металлов (ртуть, медь, железо, свинец, кадмий, цинк, марганец, мышьяк, хром) и нефтепродуктов (нелетучие углеводороды – НУ, смолы и асфальтены и их сумма) в поверхностных и придонных водах, а также в верхнем слое донных отложений акватории КМТП, основанного на материалах съемок, выполненных с 1993 по 2006 год.

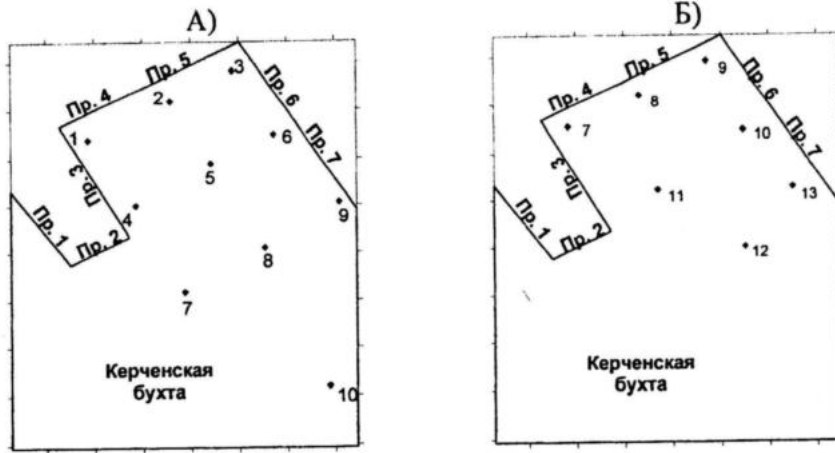
Отбор проб проводился в соответствии со схемами станций, представленными на рис. 1. В рабочий массив данных вошли материалы 16 съемок. Анализ проб выполнен в лаборатории охраны морских экосистем ЮгНИРО, аккредитованной в системе Госстандарта Украины с применением метрологически аттестованных методик и аналитического оборудования, прошедшего метрологическую аттестацию.

При систематизации карт пространственного распределения параметров мониторинга была проведена их типизация по принципу «направления градиента параметра». В результате анализа 378 полей распределения тяжелых металлов и 99 полей характеристик содержания нефтепродуктов было принято решение выделить 5 основных типов распре-

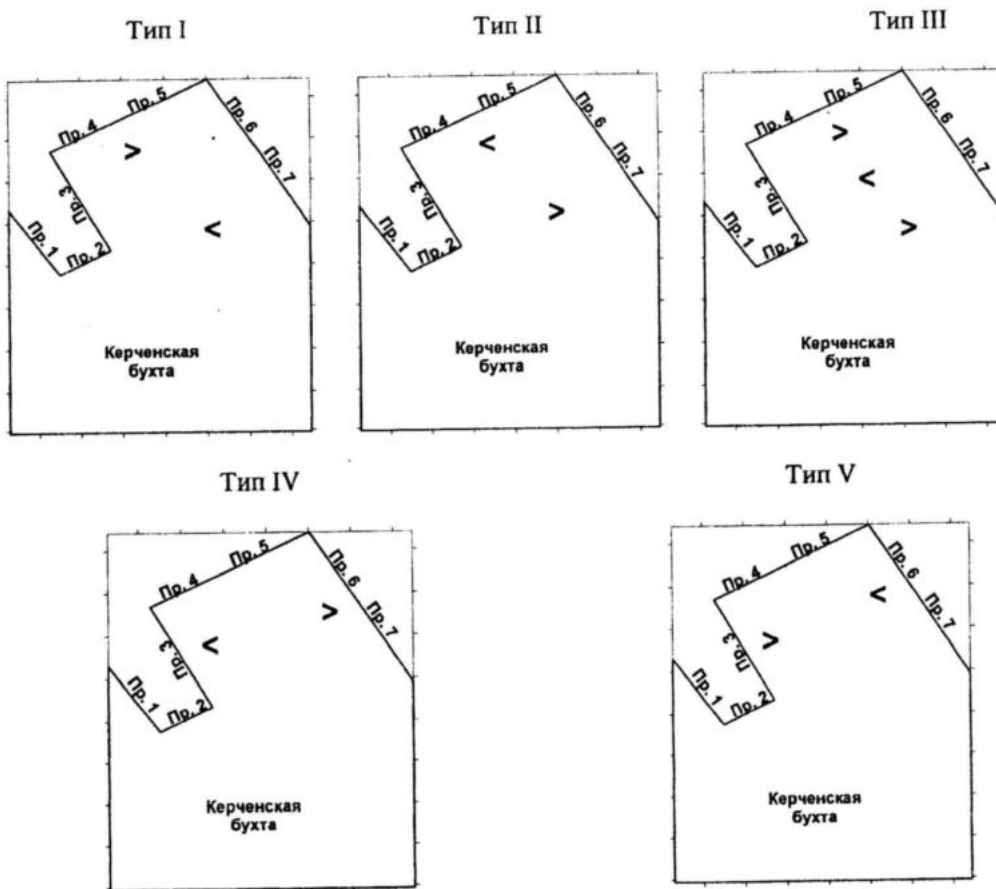
ления показателей, к которым были отнесены все поля. Принцип типизации показан на рис. 2.

К преобладающим типам распределения показателя (табл. 1) было решено отнести типы распределения, встречающиеся в 4-х и более случаях в каждом

слое исследований (поверхностные воды, придонных вод, донные отложения). Данные, приведенные в табл. 1 позволяют выполнить поэлементный анализ закономерностей распределения и установить наиболее вероятное расположение источника загрязнения.



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



Р и с. 2. Принципиальные схемы типизации пространственного «направления градиента параметра»

Т а б л и ц а 1

Преобладающие типы пространственного распределения тяжелых металлов и нефтепродуктов
в акватории КМТП

Слой исследований	Преобладающие типы				
	I	II	III	IV	V
Поверхностный слой вод	Hg, Cu, Fe, Pb, Cd, Zn, Mn, Cm+Acф., ΣНП	As, Cu, Fe, Pb, Cd	Hg	As, Pb, Cm+Acф., НУ, ΣНП	Cr
Придонный слой вод	Cd, Zn, Mn, Cm+Acф., НУ, ΣНП	Hg, Cu, Zn, НУ	Fe	Cu, Mn, Cr, ΣНП	Pb, Cr
Донные отложения	Hg, As, Pb, Cd, Mn, Cm+Acф., НУ, ΣНП		Cu	Hg, As, Fe, Zn, Cr	Zn, Cr

К примеру, концентрации соединений Fe (основной загрязнитель вод порта) в поверхностном слое вод чаще всего уменьшаются от причалов 4 и 5 к выходу из порта (I-й тип) и в обратном направлении (II-й тип), а в придонном слое – наиболее часто встречаются поля, имеющие два максимума (III-й тип) – у причалов 4 и 5 и у выхода в Керченскую бухту (рис. 3). III-й тип распределения

загрязнения вод встречается редко и является преобладающим в придонном слое вод только у железа. Такая особенность распределения позволяет предполагать, что источниками загрязнения вод порта соединениями железа являются 4-й и 5-й причалы, а также воды прилегающей к порту акватории Керченской бухты.



Р и с. 3. Преобладающие типы распределения содержания соединений железа в водах КМТП (средние многолетние для типов концентрации, мкг/л)

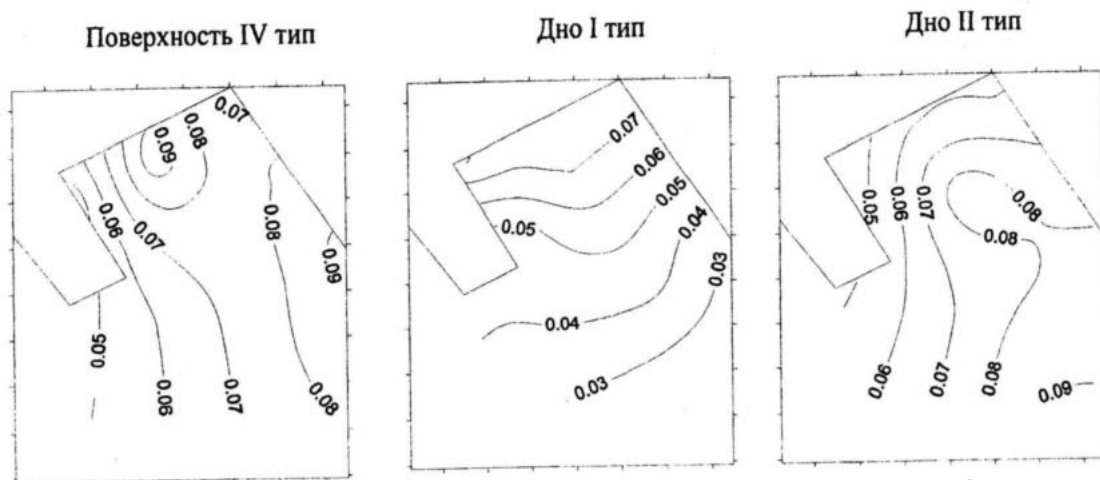
Концентрации второго основного загрязнителя вод – НУ в поверхностном слое уменьшаются от причалов 6 и 7 к причалам 2 и 3 (IV-й тип), а в придонном слое – от причалов 4 и 5 к выходу из порта (I-й тип) и в обратном направлении (II-й тип) (рис. 4).

Это позволяет утверждать, что источником нефтяного загрязнения вод акватории порта являются причальная линия 4–7 причалов, а в придонном слое еще и воды Керченской бухты.

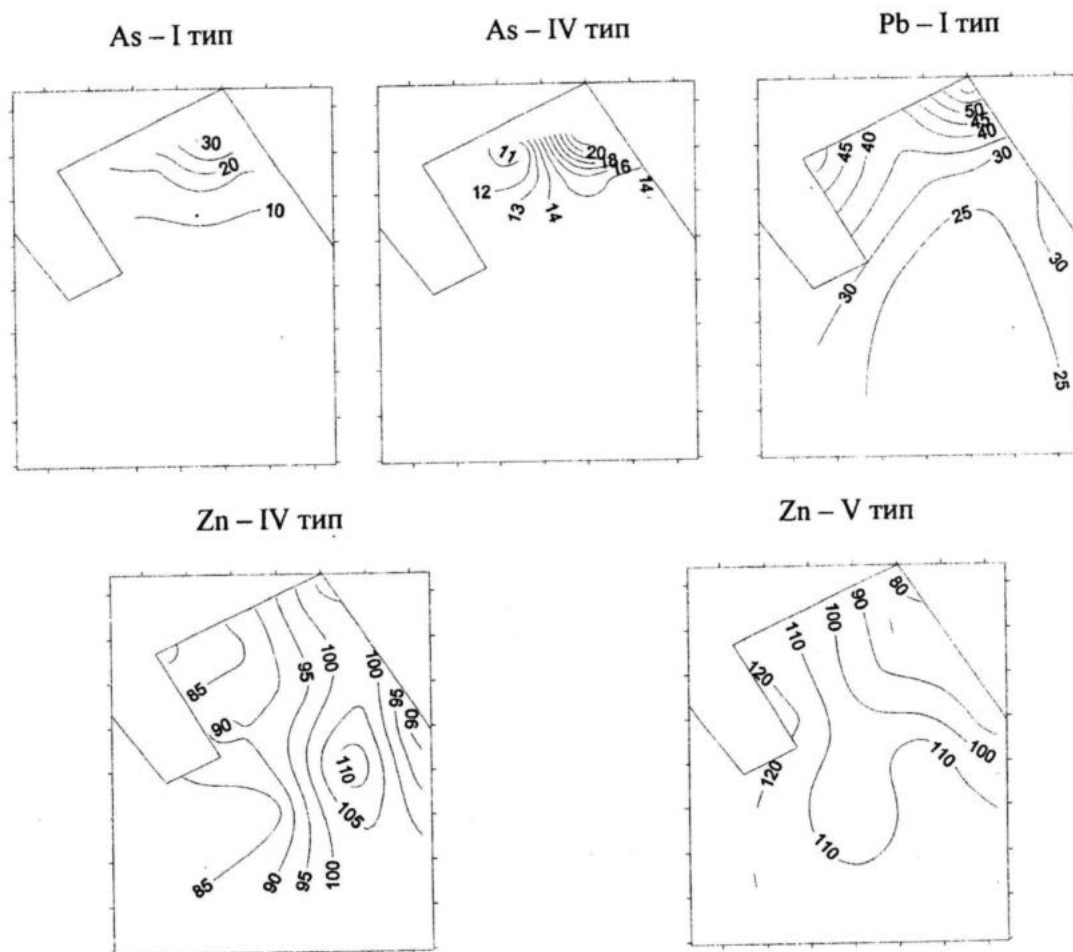
В донных отложениях наиболее часто встречающимся типом распределения основных загрязнителей (As, Zn и Pb)

являются: для As – I-й тип и IV-й тип, для Zn – IV-й тип и V-й тип, для Pb – I-й тип (рис. 5). Это означает, что основным источником загрязнения донных отло-

жений As является, как порт, так и прилегающие к порту акватории, Pb – преимущественно причалы 4 и 5, Zn – причалы 3, 6 и 7.



Р и с. 4. Преобладающие типы распределения содержания нефтеуглеводородов в водах КМТП (средние многолетние для типов концентрации, мг/л)



Р и с. 5. Преобладающие типы распределения содержания соединений мышьяка, свинца и цинка в донных отложениях акватории КМТП (средние многолетние для типов концентрации, мкг/г сух. веса)

В целом, по исследованному распределению загрязнителей установлено преобладание ситуаций (табл. 2), при которых происходит снижение концен-

траций в направлении от причалов 4 и 5 к выходу из порта (в поверхностном слое вод в 29,3% случаев, в придонном – в 33,8%, в донных осадках – в 35,2%, в

Т а б л и ц а 2

Повторяемость (%) типов пространственного распределения содержания тяжелых металлов и нефтепродуктов на акватории КМТП

Группировки полей	Типы пространственного распределения				
	I	II	III	IV	V
Поверхностный слой	29,3	24,6	12,6	21,0	12,6
Придонный слой	33,8	24,1	7,6	23,4	11,0
Донные отложения	35,2	8,5	13,3	25,5	17,6
По всем слоям и показателям	32,7	18,9	11,3	23,3	13,8
По тяжелым металлам	30,2	19,8	12,4	22,0	15,6
По нефтепродуктам	42,4	19,2	7,1	28,3	7,1

распределении тяжелых металлов в 30,2% случаев, в распределении нефтепродуктов – в 42,4%). Это указывает на то, что воды и особенно донные отложения акватории (и в первую очередь по нефтепродуктам) в глубине порта являются наиболее загрязненными, и что основным источником загрязнения являются грузовые и транспортные операции, производимые на 4-м и 5-м причалах. Также достаточно часто в водной среде наблюдается обратное направление градиента, когда наибольшие концентрации располагаются на выходе из порта – 24,6% в поверхностных водах, и 24,1% – в придонных.

В донных осадках вторая зона накопления загрязнителей – район причалов 6–7 (повторяемость случаев – 25,5%).

Таким образом, пространственное распределение содержания соединений тяжелых металлов и нефтепродуктов, определяемых мониторингом в акватории Керченского морского торгового порта указывает на то, что основным грузовым районом, загрязняющим воды

акватории порта соединениями железа, цинка, марганца и мало трансформированных углеводородов являются 4-й и 5-й причалы. Донные отложения группой соединений свинца, кадмия и меди также загрязняются преимущественно с 4-го и 5-го причалов, цинком – с 3-го, 6-го и 7-го причалов. Достаточно часто в водной среде наибольшие концентрации загрязнителей наблюдаются на выходе из порта, что свидетельствует о том, что источником загрязнения акватории порта часто являются воды Керченской бухты.

В этой связи, наиболее приемлемыми мероприятиями, обеспечивающими снижение негативного влияния деятельности порта на окружающую среду стало бы создание на 4-м и 5-м причалах одной специализированной площадки для погрузки сыпучих грузов, оборудованной устройствами, минимизации контакта грузов с окружающей средой, средствами сбора и очистки вод, стекающих с территории порта.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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, 2010. – 22. – С. 303 – 309.
2. 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 / Современные проблемы Азово-Черноморского региона: Материалы VII Международной конференции (г. Керчь, ЮгНИРО, 20 – 23 июня 2012 г.). – Керчь, 2012. – С. 233 – 239.
3. Ковалевич В.Н. Экологические вопросы производственной деятельности предприятий, работающих на смежных акваториях Керченской бухты / «Проблемы экологической безопасности и развития морехозяйственного и нефтегазового комплексов». Материалы IV международной научно-практической конференции (г. Севастополь, 30 августа – 3 сентября 2004 г.). – Одесса, 2004. – С. 38 – 43.
4. 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: Сборник научн. трудов. – Севастополь, 2007. – С. 212 – 216.
5. Костова С.К. Распределение ртути в поверхностном слое донных отложений Севастопольской бухты (Черное море) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зоны и комплексное использование ресурсов шельфа. Сборник научных трудов. Вып. 12. – Севастополь, 2005. – С. 234 – 240.
6. Котельянец Е.А., Коновалов С.К. Распределение тяжелых металлов в донных осадках Феодосийского залива // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зоны и комплексное использование ресурсов шельфа. Сборник научных трудов. Вып. 17. – Севастополь, 2008. – С. 171 – 175.
7. Петренко О.А., Авдеева Т.М., Загайна О.Б. Нефтяное загрязнение керченской бухты в современных условиях. Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане. Труды ЮГНИРО, 2011, Т. 49. – С. 130 – 136.