

Е.Е.Совга*, Е.В.Башкирцева**, Ю.Д.Степаняк**

**Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь*

***Крымское отделение Украинского государственного геологоразведочного института, г.Симферополь*

СОСТОЯНИЕ АКВАТОРИИ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА ДО КАТАСТРОФИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ НОЯБРЯ 2007 г.

Изложены основные результаты исследований состояния вод и донных осадков Керченского пролива в контексте его использования как транспортной магистрали Украины и России. Проведен анализ специфики функционирования пролива как транспортной магистрали. Осуществлен пространственный анализ распределения концентраций поллютантов, учтен временной тренд экологической ситуации в проливе.

Географическая характеристика объекта. Длина Керченского пролива по прямой составляет около 43 км, по фарватеру 48 км. Ширина пролива максимальная 42 км, а минимальная 3,7 км на севере пролива в районе порт Крым – порт Кавказ. Пролив мелководен: наибольшие глубины при входе в пролив со стороны Азовского моря не превышают 10,5 м, со стороны Черного 18 м. При продвижении к середине пролива глубины постепенно уменьшаются и на большей площади составляют около 5,5 м. Общая площадь Керченского пролива приблизительно равна 805 км², объем вод 4,56 км³.

Особенности географического строения пролива определяют специфику его функционирования как транспортной магистрали Украины и России.

Современные транспортные перевозки. В настоящее время на украинском побережье Керченского пролива расположено несколько крупных действующих портовых комплексов: Керченский морской торговый порт, Керченский морской рыбный порт, порт Крым, порт Камыш-Бурун. С российской стороны пролива расположен развивающийся порт Кавказ. Через пролив проходят морские торговые трассы, связывающие порты Украины и России на Азовском море со многими странами Средиземноморья. По данным Керченского поста регулирования движения судов, представленных в 2003 г. на III международной практической конференции «Экологические проблемы и особенности эксплуатации береговых объектов морехозяйственного комплекса» с 1999 по 2002 гг. количество судов, проходивших по Керчь-Еникальскому каналу в Керченском проливе увеличилось с 10 до 20 тыс. К 2005 г. эта цифра должна составить 30 тыс. [1]. Глубина канала не превышает 9 м, что не позволяет судам водоизмещением 50 тыс. т и более загрузаться полностью. Поэтому в южной части пролива в зоне Украины существует перегрузочный рейд перегрузка грузов с малотоннажных судов из Азовского моря на крупнотоннажные океанические лайнеры. В 2002 – 2003 гг. перевалка грузов составила 6 млн. т, из которых 3,4 млн. т составляют нефтепродукты, 1,3 млн. т сера комовая. [1]

© Е.Е.Совга, Е.В.Башкирцева, Ю.Д.Степаняк, 2008

Одновременно со стороны России в южной части пролива аналогичные перегрузки по характеру грузов осуществляются на Таманском п-ове на береговом (нефтепродукты) и рейдовом (остальные грузы) комплексах. Годовой объем таких перевозок достигает 10 млн. т [1]. В предпроливной зоне Черного моря (на перегрузочном рейде) нефть также перекачивается в крупнотоннажные танкеры и далее следует по всему миру. В динамике морских российских перевозок нефтепродуктов через Керченский пролив также отмечаются положительные тенденции. Грузооборот Керченского морского торгового порта с 1998 по 2004 гг. возрос в 4 раза и составил 2300 тыс. т. Суммарный объем грузов, перевозимых Украиной и Россией по каналу, в течение года превышает 650 млн. т, из которых 10 млн. т составляют нефтепродукты [1].

Обеспечение проходимости канала при такой нагрузке невозможно без постоянного проведения дноуглубительных работ с последующим захоронением (дампингом) изъятых грунтов. В соответствии с данными [2] объемы сброса таких грунтов в конце 80-х гг. составили до 5 млн. т, поэтому с 1987 г. дампинг грунтов в проливе был запрещен. Зона захоронения была вынесена на глубину 50 м в предпроливную часть шельфа Черного моря. По мнению авторов [2], изменение зоны захоронения грунтов из Керченского пролива повлечет за собой улучшение экологической ситуации в заливе и возможность проявления загрязнения от дампинга в зависимости от сезона может сказаться на акватории побережья Феодосии (октябрь – декабрь) или распространиться в сторону Анапы в мае – августе.

Океанографические наблюдения. Пролив играет существенную роль в формировании особенностей гидролого-гидрохимического режима Азово-Черноморского бассейна. Состояние его экосистемы определяется суммой гидрометеорологических факторов (ветровой режим, волнение, водообмен, тепловой и ледовый режим).

Наиболее полный обзор океанографических исследований в Керченском проливе приведен в [3]. В настоящее время регулярные океанографические наблюдения проводятся только в северной узости пролива, на разрезе порт Крым – порт Кавказ, силами морской гидрометеостанции (МГ) Опасное.

Гидрохимический режим и состояние загрязнения вод Керченского пролива регулярно исследовались с конца 70-х гг. Гидрохимический режим прикерченского района Азовского моря до середины 80-х гг. достаточно полно описан в монографии [3]. Однако обобщенное исследование режима, а также состояния загрязнения пролива как отдельного географического объекта к настоящему времени не выполнено. Некоторые сведения о состоянии загрязнения вод и выносе загрязняющих веществ (ЗВ) из Азовского моря в Черное на основании данных 90-х гг. для северной узости Керченского пролива приведены в [4, 5]. Характер ветровой деятельности над акваторией Керченского пролива и физико-географические особенности Азовского моря определяют его водообмен с Черным морем как возвратно-поступательные движения по всему сечению пролива, которые возникают из-за разности уровней в его северной (азовской) и южной (черноморской) частях. Последняя может достигать 100 см и формируется в результате стока

впадающих в Азовское море рек и сгонно-нагонных колебаний, вызываемых ветровой деятельностью над акваторией пролива и Азовского моря. При этом влияние ветра на уровень воды в проливе в среднем в 5 – 6, а при штормах в 10 – 15 раз более эффективно, чем воздействие на него стока рек [1].

Наибольшую опасность для экосистемы, как показали катастрофические события ноября 2007 г., представляет использование пролива как судоходной магистрали.

До начала 50-х гг. XX ст. – начала зарегулирования стоков рек Дона и Кубани – экосистемы Азовского моря и Керченского пролива были приспособлены для природного водообмена с Черным морем и существующих глубин пролива, что обеспечивало высокую рыбохозяйственную продуктивность региона. После зарегулирования стока главных притоков Азовского моря гидрологическое состояние Азовского моря и Керченского пролива значительно ухудшилось. Эвтрофикация, уменьшение содержания кислорода и увеличение содержания различных токсикантов в водной среде неблагоприятно сказались на условиях репродукции, миграции и развитии рыб.

Керченский пролив является важным экологическим коридором для Азово-Черноморских фаунистических и флористических биоценозов. Через пролив из Азовского моря в Черное и обратно мигрирует значительное количество видов рыб, для некоторых из них эти миграции имеют существенное значение. К последним относятся следующие виды и подвиды: азовская хамса, сельдь, барабуля, азово-черноморские кефали. Кроме того, мелководная зона в восточной части Керченского пролива и прилегающий к ней Таманский залив являются нагульными угодьями для пиленгаса и азово-черноморских кефалей.

Акватория пролива относится к сильно урбанизированному району. Объем сточных вод, поступающих в пролив, составляет более 45 млн. м³/год. Со сточными водами в акваторию поступает 72,2 т общего азота, 10,1 т общего фосфора, 4,5 т СПАВ. Бухты загрязнены нефтепродуктами, бытовыми стоками. Город Керчь является крупным промышленным центром, где в недалеком прошлом производилась добыча и обогащение железных руд, в настоящее время производятся нефтеналивные суда, развита стройиндустрия, в частности, производство пильного известняка, керамзита. В прибрежной зоне расположены коммунально-бытовые и складские помещения, портовые коммуникации, объекты военного назначения. Для морских осадков пролива характерен высокий природный геохимический фон: в их тонких фракциях содержатся аномальные концентрации цинка, никеля, кобальта, мышьяка, присутствует висмут, литий, серебро.

В понимании экологической безопасности «горячей точкой» является судоходство в Керченском проливе. Оценка экологического состояния акватории Керченского пролива актуальна в связи с ее периодическим загрязнением, а также в связи с катастрофическими событиями, произошедшими в ноябре 2007 г., когда в результате штормового ветра и сильного волнения в море затонуло 4 судна – сухогрузы «Вольногорск», «Нахичевань», «Ковель» и грузинский «Хачь Измаил»; сорвало с якорей и село на мель 6 судов – сухогрузы «Вера Волошинская» (Украина), «Зияя Кос» (Турция), «Капитан

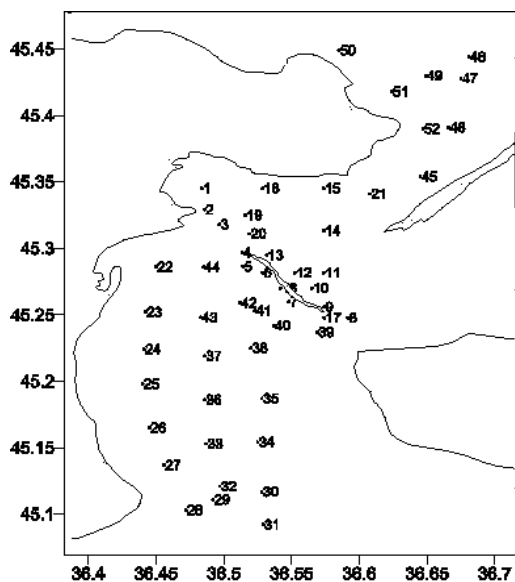


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб воды и донных осадков в августе 2005 г.

Измаил» (Турция), баржи «Дика», «Диметра», плавкранец»; получили повреждения 2 танкера – «Волгонефть-139», «Волгонефть -123». Источником загрязнения морской среды Керченского пролива и прилегающих акваторий морей послужили до 1,5 тыс. т мазута, а также неустановленное количество дизельного топлива, вылившееся в моря в результате катастрофы.

В настоящей работе приведены результаты морских экспедиционных исследований выполненных в августе 2005 г. КО УкрГГРИ. Были отобраны пробы поверхностной воды и верхнего слоя донных осадков на 52 станциях. Схема расположения станций показана на рис. 1.

Методика работ. Сумма нефтепродуктов определялась методом инфракрасной спектрофотометрии. Тяжелые металлы *Cr, Cu, Pb, Ni, Zn* определялись спектральным анализом, *Hg* – методом атомной абсорбции. Все лабораторные анализы были произведены в сертифицированной лаборатории КО УкрГГРИ.

Нефтепродукты. Содержание нефтепродуктов (НП) в пробах морской воды Керченского пролива во время съемки в августе 2005 г. было ниже аналитического нуля.

По данным СО ГОИН содержание НП в поверхностном слое морской воды на шельфе в районе Таманского п-ова в 1978 – 1990 гг. в среднем находилось на уровне 0,01 мг/л (2 ПДК) и лишь в осенний период снижалось до 1,4 ПДК. Наибольшие максимальные значения (до 10 ПДК) наблюдались весной. Среднее содержание нефтепродуктов на горизонте 10 м также находилось на уровне 2 ПДК, снижаясь до 1,6 ПДК весной. Наибольшие максимальные значения наблюдались осенью [6].

По результатам осеннего этапа мониторинга НПП «Южморгеозко» в 2000 г. содержания НП в морской воде значительно превышали ПДК для водоёмов рыбохозяйственного значения. Особо следует отметить участки акватории, подверженные значительному техногенному воздействию, в частности, районы Керченского пролива, портов и рекомендованного морского пути. На станциях в районе Керченского пролива выявленные содержания нефтепродуктов в воде достигали 10 ПДК [7].

По данным наблюдений за июль – сентябрь 1998 – 2002 гг. средняя концентрация НП впервые за четыре года снизилась, в 2002 г. выросла и составила 2 ПДК. Средняя концентрация НП в 2002 г. соответствовала

среднему уровню за пятилетний период. Максимальная концентрация НП в 2002 г. составила $0,29 \text{ мг/дм}^3$ (5,8 ПДК) и зафиксирована, как и в 2001 г., в центральной части пролива. В 2002 г., по сравнению с 2001 г. ухудшилось качество вод Керченского пролива в его северной узости, они из категории чистых перешли в категорию умеренно загрязненных [8].

По данным ЮгНИРО (2002 г.) содержание нефтепродуктов в толще воды колебалось в пределах $0,02 - 0,12 \text{ мг/л}$ [3]. В 2004 г. по данным МГ «Опасное» средняя концентрация НУ в воде составила $0,05 \text{ мг/л}$ (1,0 ПДК), максимальная достигала $0,23 \text{ мг/л}$ (4,6 ПДК) и была зафиксирована в сентябре. В течение 2000 – 2004 гг. средняя концентрация НУ варьировала между 1 и 2 ПДК, за исключением сравнительно чистых вод в 2003 г.

Весной 2001 г. по данным НПП «Южморгеоэко» содержание НП в донных осадках Азовского моря в среднем составляло 860 мг/кг . Максимальные концентрации НП в донных осадках были зафиксированы в районе Керченского пролива, акватории портов и рекомендованного морского пути [7]. По данным ЮгНИРО в 2002 г. средняя концентрация НП в донных осадках Керченского пролива составляла 398 мг/кг [3].

В августе 2005 г. средняя концентрация НП в верхнем слое донных осадков составила $109,16 \text{ мг/кг}$ (ПДК для стран ЕС = 100 мг/кг). Значения концентраций находились в широком диапазоне – от аналитического нуля до максимума 551 мг/кг . Распределение концентраций НП в донных осадках

показано на рис.2. Максимальные концентрации НП были приурочены к илистой фракции донных осадков и наблюдались в северной части пролива в районе мыса Фонарь, порта Керчь, вблизи якорных стоянок судов.

Высокие значения концентраций НП в донных осадках Керченского пролива, очевидно, обусловлены не только антропогенной деятельностью в проливе, связанной с перегрузкой грузов и дноуглубительными работами, но и поступлением данного загрязнителя из Азовского и Черного морей. Данный факт можно легко обнаружить при визуальном сравнении распределения НП в донных осадках с картой, где приведены точки проведения дноуглубительных работ (северная часть пролива) и местами дампинга грунтов в предпроливной зоне Черного моря (рис.3 [2]).

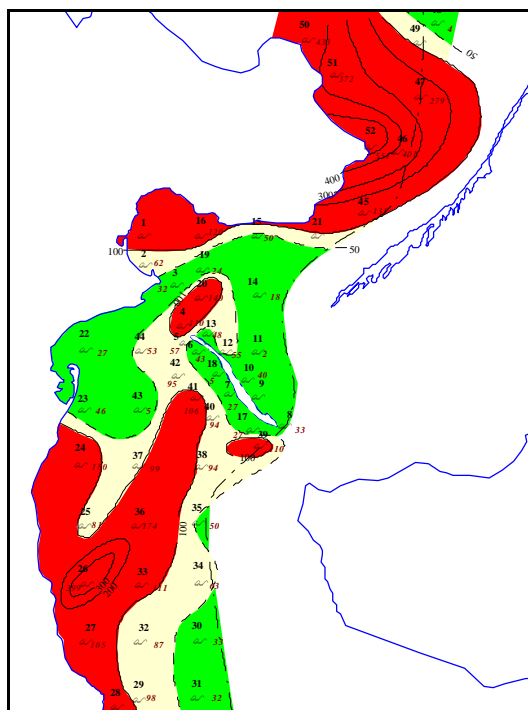
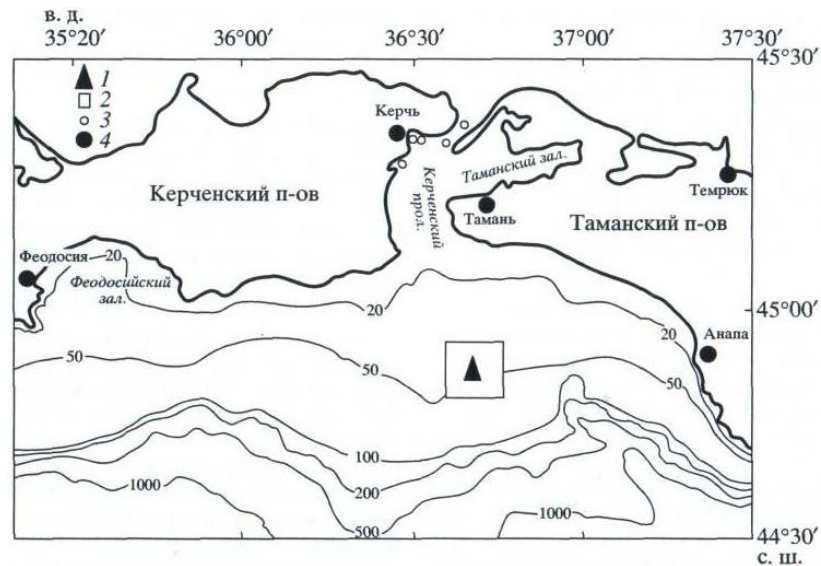


Рис. 2. Распределение концентраций НП в верхнем слое донных осадков Керченского пролива в августе 2005 г.

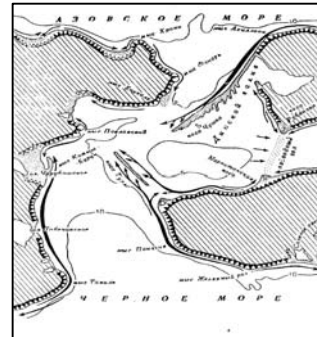
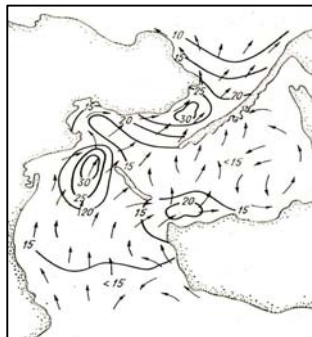


Р и с . 3 . Керченский пролив и Керченская предпроливная зона Черного моря: свалка грунта (1), микрополигон (2), районы дноуглубления (3), населенные пункты (4), 20 – 1000 – изобаты [2].

Если сравнивать информацию о содержании НП в донных отложениях Керченского пролива (рис.2) со схемой течений Керченского пролива (рис.4) и основными потоками наносов (рис.5), то можно сделать заключение, что два максимума, наблюдаемые на рис.2 связаны с периодической сменой под влиянием ветровой деятельности азовского типа течений на черноморский тип.

При этом в соответствии с [1] повторяемость азовских течений за год составляет 56 %, черноморских 42 %, при продолжительности азовоморских течений 300 ч, а черноморских не более 200 ч. Из-за сложности орграфии берегов Керченского пролива, наличия здесь островов и изменчивости поля ветра на его акватории могут возникать вихревые образования, достигающие в районе северной узости 4 – 6, а в южной части пролива 1,2 км в диаметре.

Зафиксированные значения концентраций НП в донных осадках Кер-



Р и с . 4 . Схемы течений Керченского пролива (см/с): азовское течение (ветер северных румбов) (справа); черноморское течение (ветер южных румбов) (слева) [3].

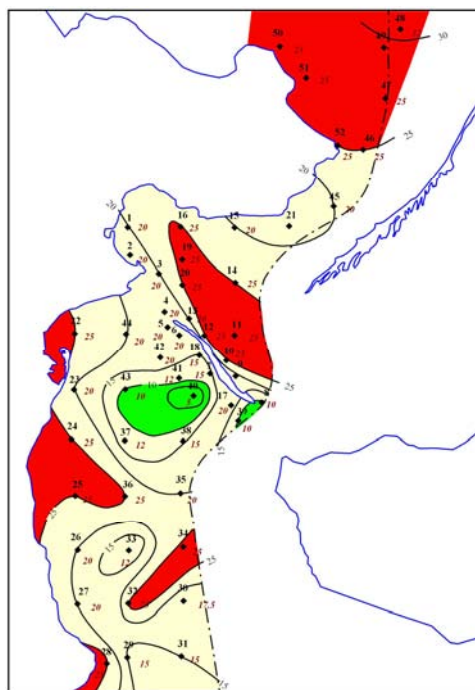
Р и с . 5 . Основные потоки наносов в Керченском проливе [3].

ченского пролива в 2005 г. были значительно ниже, чем в предыдущие годы. В водной толще НП обнаружены не были, хотя многолетние данные свидетельствовали о регулярном превышении ПДК в данном районе. Так, по данным ЮгНИРО в 2002 г. содержание НП в толще вод Керченского пролива изменялось от 0,02 до 012 мг/л (2,5 ПДК).

Этот феномен – отсутствие НП в одной толще при съемке 2005 г. – можно объяснить, исходя из гидрометеорологической ситуации в данный период. В соответствии с данными [3], в августе наблюдаются наиболее штилевые погоды, которые воспрепятствуют процессам вторичного загрязнения, которые имеют место в результате штормовых погодных условий в другие сезоны года.

Тяжелые металлы. Концентрации тяжелых металлов в водной толще морской воды Керченского пролива, по данным 2000 г., в среднем не превышают ПДК для рыбохозяйственных водоемов по мышьяку, хрому и кадмию. Однако концентрации ртути и свинца в морской воде кое-где превышают ПДК. Содержание в донных отложениях тяжелых металлов (мышьяка, свинца и кадмия) превышает геохимический фон для Азово-Черноморского бассейна [3].

Концентрации исследованных металлов в поверхностном слое вод Керченского пролива достигали высоких значений по данным съемки 2005 г. Содержание меди повсеместно превышало ПДК для морских вод и находилось в пределах от 0,016 – 0,58 мг/л, при среднем 0,066 мг/л (13,2 ПДК). Распределение концентраций по площади неравномерно, очаги максимальных концентраций зафиксированы в районе порта Керчь, в районе якорных стоянок судов, на ст.6 вблизи о.Коса Тузла (рис.6).



Р и с . 6 . Распределение меди (мг/кг) в поверхностном слое донных осадков.

Средняя концентрация свинца в поверхностном слое вод составила 0,008 мг/л, максимальная 0,019 мг/л (1,9 ПДК). Максимальные значения концентрации свинца были обнаружены в районе якорных стоянок судов, вблизи о.Коса Тузла.

Распределение хрома в поверхностном слое вод Керченского пролива мозаично. Максимальные концентрации наблюдались на станциях, приуроченных к дистальному юго-восточному окончанию о.Коса Тузла. Максимальное содержание хрома в поверхностном слое вод составило 0,043 мг/л (8,6 ПДК), среднее 0,0058мг/л (1,16 ПДК).

В донных осадках концентрации меди, свинца и цинка не пре-

вышли ПДК в осадках для стран ЕС. Содержание меди в донных осадках находилось в пределах от 5 до 32 мг/кг. Максимальные значения концентрации обнаружены в северной части Керченского пролива.

Максимальная концентрация свинца (63 мг/кг) была обнаружена вблизи м.Павловский. Среднее содержание данного элемента составило 19,33 мг/кг, минимальное 6,3 мг/кг (рис.7).

Концентрации цинка находились в пределах 15 – 100 мг/кг. Максимальные концентрации были приурочены к северной части пролива.

Среднее содержание никеля в поверхностном слое донных осадков Керченского пролива составило 29,14 мг/кг (рис.8), максимальная концентрация 50 мг/кг, превышающая ПДК в осадках для стран ЕС, была зафиксирована в северной части пролива, в районах, где ведутся дноуглубительные работы (рис.3).

Содержание хрома в донных осадках в целом не превышало ПДК для стран ЕС (100 мг/кг), за исключением ст.5 вблизи о.Коса Тузла, где оно составило 150 мг/кг (рис.9). Среднее содержание хрома в донных осадках Керченского пролива находилось на уровне 80,01 мг/кг.

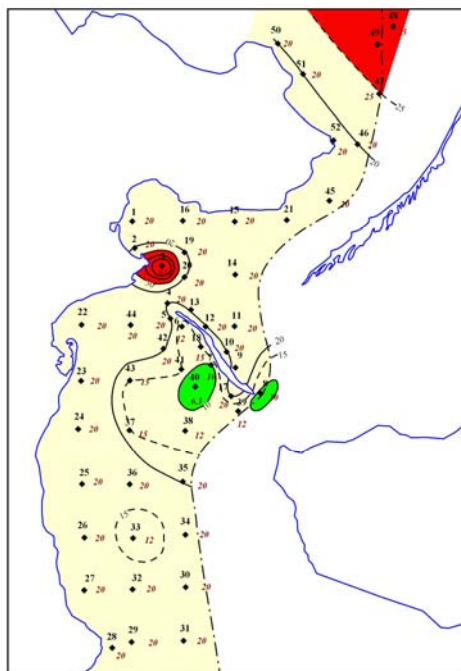
Максимальные концентрации ртути, превышающие ПДК для стран ЕС, в донных отложениях были обнаружены в районе м.Павловский и вблизи о.Коса Тузла. Содержание ртути находилось в пределах 0,02 – 0,5 мг/кг.

По отношению к кларку в осадочных глинах, концентрация меди повсеместно ниже кларка, хрома – равна или меньше кларкового уровня, за исключением ст.5, свинца – несколько больше или близка к таковому, за исключением ст.3, никеля значительно меньше.

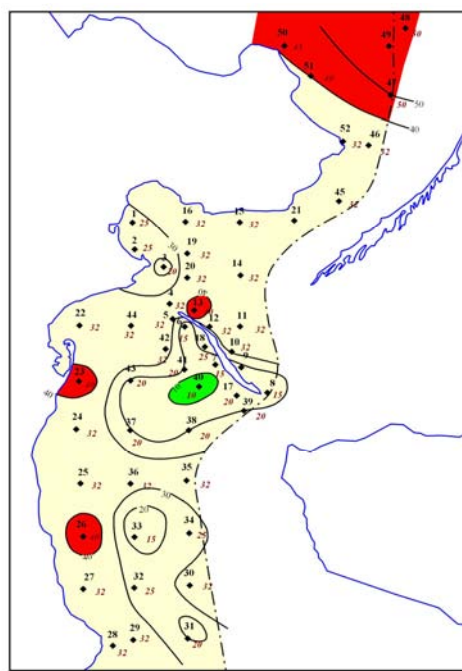
При сравнении полученных во время исследований в 2005 г. данных о состоянии донных осадков Керченского пролива с данными за период 1991 – 1999 гг. НИПИ «Океангеофизика» обнаруживается факт снижения средних концентраций некоторых элементов (рис.11).

Анализируя информацию о содержании ряда тяжелых металлов в поверхностном слое донных отложений Керченского пролива, представленные на рис.6 – 10, можно сделать следующие заключения. Съёмка 2005 г. подтвердила тот факт, что перенос дампинга грунтов при дноуглубительных работах в Керченском проливе в предпроливную зону Черного моря привело к значительному уменьшению содержания тяжелых металлов в донных отложениях пролива, особенно его центральной части. Однако северная часть пролива вблизи районов дноуглубления характеризуется повышенными концентрациями таких тяжелых металлов, как медь, цинк, никель, свинец. Это может быть связано как с дноуглубительными работами, так и с влиянием вод Азовского моря, которые характеризуются более высокими концентрациями исследуемых металлов. Поэтому в будущем необходимо район работ несколько расширить на акваторию Азовского моря и провести определение исследуемых тяжелых металлов как в водной толще, так в поверхностном слое донных отложений акватории Азовского моря, примыкающей к Керченскому проливу.

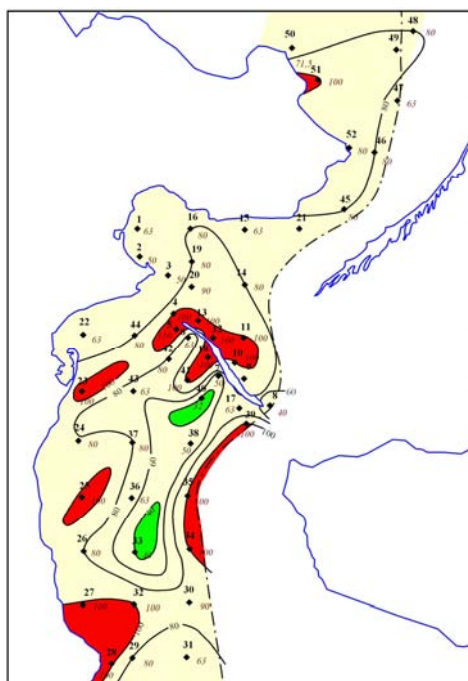
Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что на состояние вод и донных осадков Керченского пролива сказывается влияние



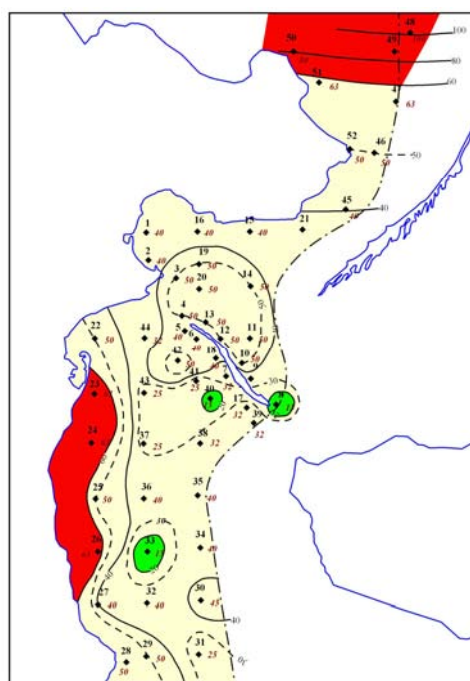
Р и с . 7 . Распределение свинца (мг/кг) в поверхностном слое донных осадков.



Р и с . 8 . Распределение никеля (мг/кг) в поверхностном слое донных осадков.



Р и с . 9 . Распределение хрома (мг/кг) в поверхностном слое донных осадков.



Р и с . 10 . Распределение цинка (мг/кг) в поверхностном слое донных осадков.

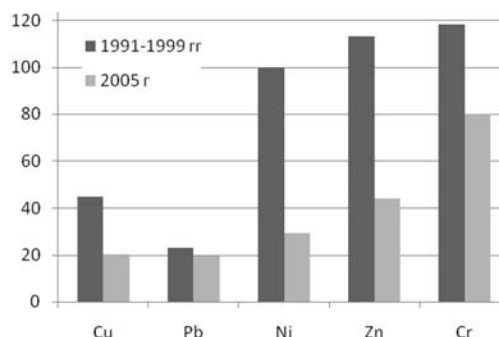


Рис. 11. Средние значения концентраций тяжелых металлов в донных осадках Керченского пролива.

загрязнения донных осадков некоторых частей пролива нефтепродуктами, медью, свинцом, никелем, цинком и хромом. Высоким остается уровень загрязнения вод тяжелыми металлами – медью, свинцом и хромом.

Таким образом, диагноз состояния экосистемы Керченского пролива и прогноз ее изменений под воздействием природных и, особенно, антропогенных факторов могут быть получены только на основе данных регулярного комплексного мониторинга геологической, морской, воздушной сред, а также живого компонента морской экосистемы. При этом режимные наблюдения должны проводиться как в пределах береговой полосы и акватории Керченского пролива, так и прилегающих частях Керченского и Таманского полуостровов и Черного и Азовского морей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фащук Д.Я., Овсиенко С.Н., Петренко О.А. Экологические проблемы Боспора Киммерийского // Черноморский вестник.– 2007.– № 1.– С.52-78.
2. Петренко О.А., Себах Л.К., Фащук Д.Я. Некоторые экологические последствия дампинга в Черном море грунтов, извлеченных при дноуглублении в Керченском проливе // Водные ресурсы.– 2002.– т.29, № 5.– С.622-635.
3. Еремеев В.Н., Иванов В.А., Ильин Ю.П. Океанографические условия и экологические проблемы Керченского пролива // Морський екологічний журнал.– т.П, № 3.– 2003.– С.67-75.
4. Ильин Ю.П., Клименко Н.П., Рябинин А.И. и др. Техногенное загрязнение вод прибрежных районов Черного и Азовского морей в период 1990 – 1999 гг. // Труды УкрНИГМИ.– 2000.– 248.– С.182-189.
5. Ильин Ю.П., Шibaева С.А., Фолин В.В. Современное состояние загрязнения прибрежных вод Азовского моря и вынос загрязняющих веществ в Черное море // Екологічні проблеми Чорного моря.– Одеса: ОЦНТЕІ, 2001.– С.363-366.
6. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Том 4. Черное море. Вып. 3. Современное состояние загрязнения вод Черного моря.– 1996.– 321 с.
7. Ведение государственного мониторинга геосистемы Азово-Черноморского бассейна (программа ГМГС) / Отчет НПП «Южморгеозко».– Геленджик, 2001.– 58 с.
8. Шibaева С.А., Рябинин А.И., Ломакин П.Д. Гидрохимические условия прибрежных вод Азовского моря в 2001 – 2002 гг. // Наук. праці УкрНДГМІ.– 2003.– вип.252.– С.56-67.

Материал поступил в редакцию 23.05.2008 г.