



УДК 504 + 551. 465

П. Д. Ломакин¹, докт геогр. наук, в. н. с., **Е. О. Спиридонова**², м. н. с.,
А. И. Чепыженко¹, канд. тех. наук, **А. А. Чепыженко**³, студ.

¹ Морской гидрофизический институт Национальной академии наук Украины, Севастополь, Украина

² Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии,
Керчь, Украина

³ Черноморский филиал Московского государственного университета, Севастополь, Украина

АНТРОПОГЕННЫЕ И ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ВЗВЕШЕННОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДАХ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

Рассмотрены антропогенные и природные источники суммарного взвешенного вещества в водах Керченского пролива. Показано, что основные искусственные продуценты взвеси в проливе связаны с дноуглубительными работами и последующей свалкой изъятых грунтов, деятельностью портов и пунктов рейдовой перевалки грузов, с процессами размыва косы Тузла, интенсифицировавшихся после сооружения дамбы. Оценено влияние антропогенных источников на фоновую структуру поля взвешенного вещества на различных участках исследуемой акватории. Проанализированы основные природные источники взвеси в проливе, которых нет на примыкающих к проливной зоне акваториях Чёрного и Азовского морей.

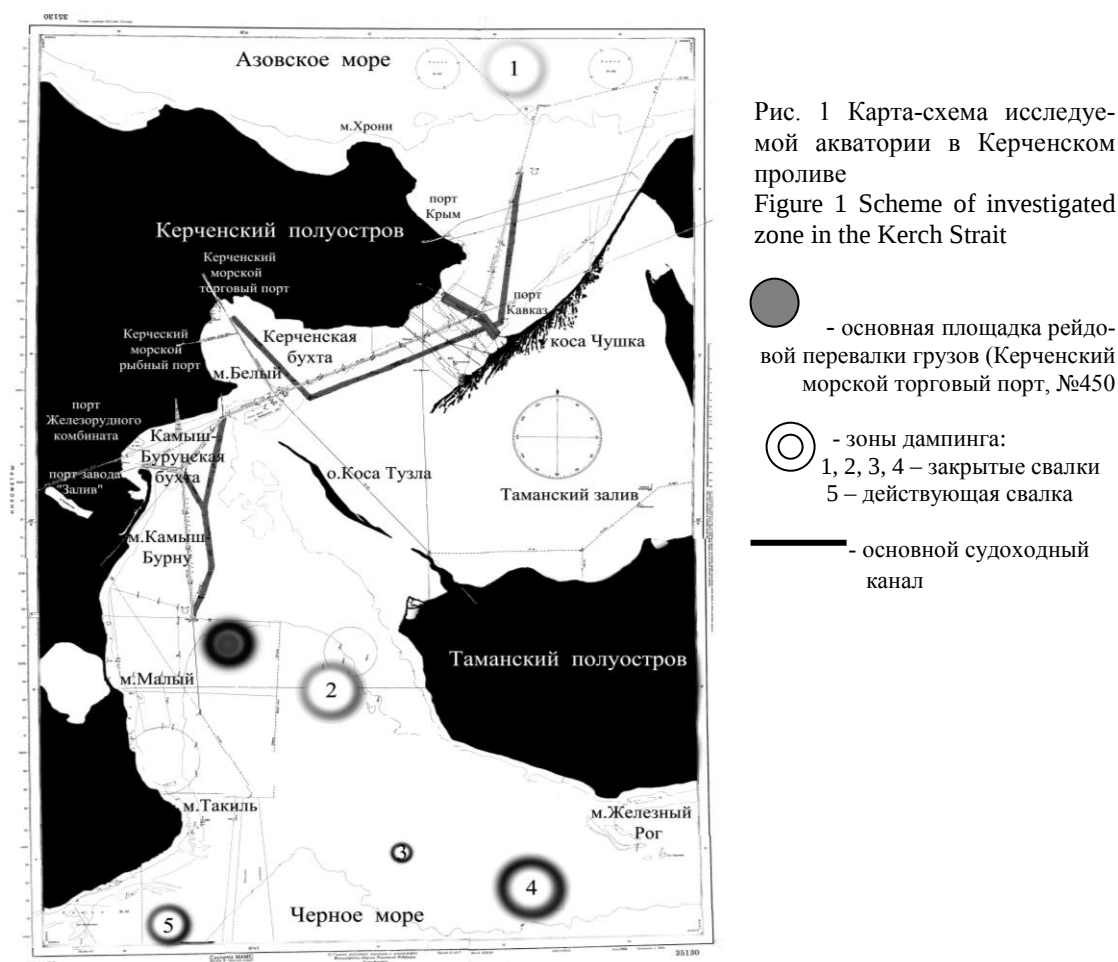
Ключевые слова: общее взвешенное вещество, дноуглубительные работы, дампинг, процессы размыва, коса Тузла, Керченский пролив

Известно [6 – 9], что наиболее значимым источником поступления в воды Керченского пролива взвешенного вещества являются дноуглубительные работы и последующая свалка (дампинг) изъятых грунтов. Источником заносимости акваторий пролива (формирования донных отложений) являются грунты, изъятые при дноуглубительных работах, а дноуглубление является фактором заносимости.

Литодинамика в Азовском море обуславливает необходимость регулярного проведения работ по реконструкции и углублению портов. При этом дампинг изымаемых грунтов осуществляется в море, где находится 15 действующих подводных свалок. Ежегодный объём дампинга здесь составляет около 3.6 млн. т, что превышает объём твёрдого стока реки Дон (1.2 млн. т) и наносов, поступающих в море вследствие абразии берегов (1.3 млн. т).

В настоящее время в Керченском проливе и на предпроливных акваториях обоих морей расположены четыре обширных зоны дампинга: действующая свалка в районе м. Такиль и 3 закрытые свалки у м. Железный рог, южнее о. Тузла и к северо-востоку от м. Хрони (рис. 1). Каждая из них представляет собой источник взвешенного вещества. В настоящее время к основным объектам дноуглубления в проливе относятся акватория Керченского морского торгового порта и подходной к нему канал [9].

После сооружения дамбы в проливе возникли мощные источники взвешенного вещества, обусловленные абразией дна и берегов в районе Тузлы, как следствие изменений и интенсификации локальной системы течений вокруг этого острова и в Таманском заливе [1, 4, 10].



Цель настоящей работы – исследовать антропогенные и природные источники суммарного взвешенного вещества в водах Керченского пролива, оценить их интенсивность и влияние на фоновую структуру поля взвеси.

Материал и методы. В качестве исходных данных нами использованы все доступные литературные сведения, материалы шести гидрогеологических съёмок акватории Керченского пролива и серии специально организованных экологических микросъёмок акваторий портов и пунктов рейдовой перевалки грузов, реализованные сотрудниками Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО, Керчь) в 1997 – 2006 гг. К анализу также привлечены эмпирические данные, полученные в двух экспедициях Морского гидрофизического института НАН Украины (МГИ) в марте – апреле

2008 г., касающиеся исследования поля взвеси в Керченском проливе на базе оптических измерений, и спутниковые снимки исследуемой акватории в видимом диапазоне, принятые в ЮгНИРО и МГИ.

Схемы расположения станций для каждого вида съёмок показаны на рис. 2.

Геологические съёмки охватывали акваторию северной части пролива (рис. 2 б). Экологические съёмки были выполнены в Керченском морском торговом порту, в портах Железнодорожного комбината и завода «Залив», а также в районе площадок рейдовой перевалки грузов в южной части пролива, примерно между мысами Камыш-Бурну и Малый в 2.5 – 4 милях от керченского берега (рис. 2 в). Съёмки МГИ касались большей части акватории пролива и района Тузлы (рис. 2 г).

Содержание взвешенного вещества в
Морський екологічний журнал, № 4, Т. VII. 2008

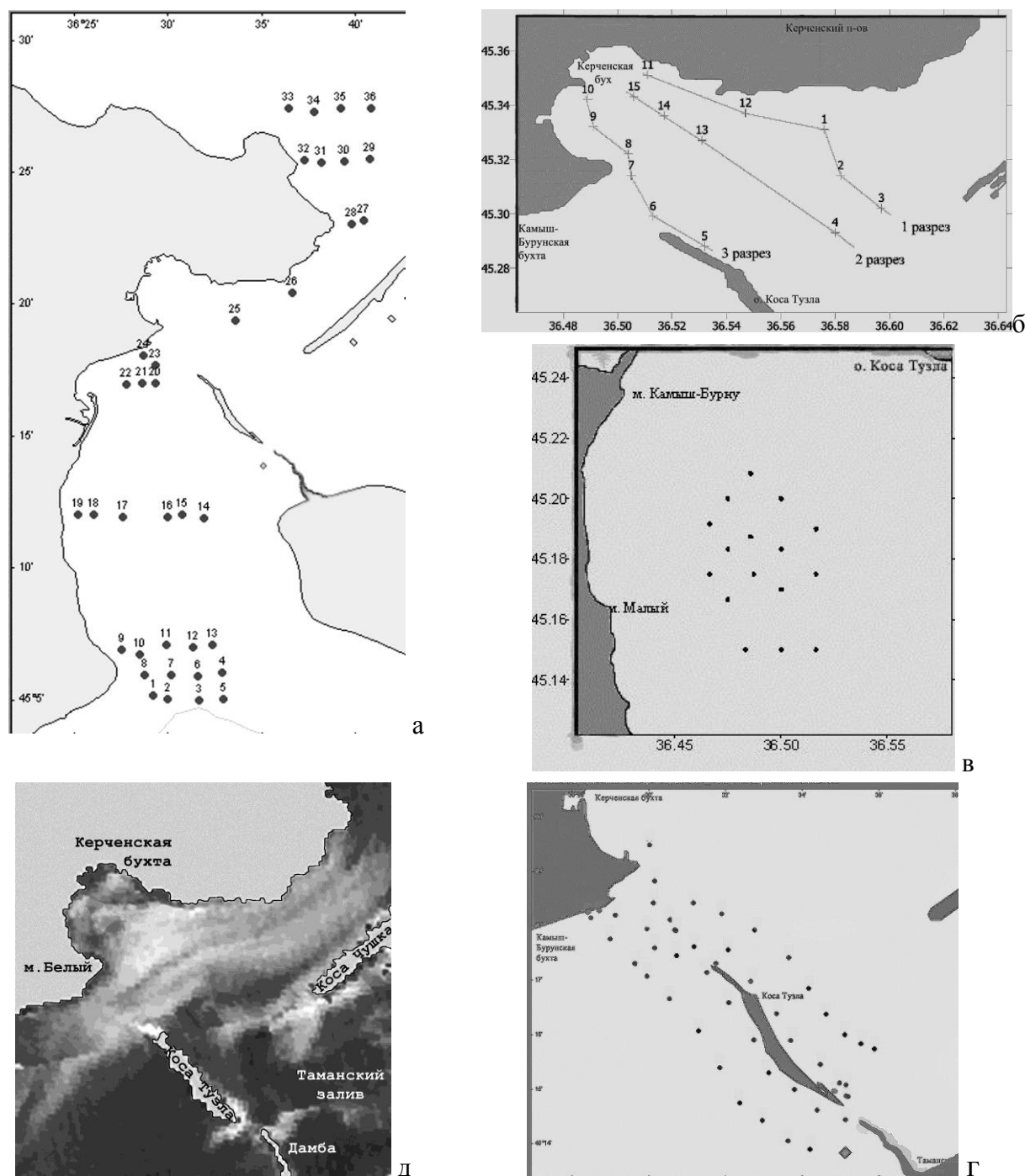


Рис. 2 Схема расположения станций на полигонах: (а) - гидрофизическая съёмка МГИ; (б) – геологическая съёмка; (в) – экологическая съёмка в районе пункта рейдовой перегрузки; (г) – гидрофизическая съёмка в районе о. Коса Тузла; (д) – спутниковый снимок района о. Тузла, 15 мая 2005, спутник TERRA

Fig. 2 The scheme of stations' location: (a) - hydrophysical investigation; (б) - geological investigation; (в) - ecological investigation in the region of the roadstead overloading; (г) – hydrophysical investigation in the Tuzla region; (д) – the satellite picture of the region of Tuzla Island, 15 May 2005, TERRA satellite

пробах воды, отбираемых во время геологических и экологических съёмок с верхнего слоя и придонного горизонта, определялось согласно [2]. В съёмках МГИ концентрация суммарной

взвеси измерялась в зондирующем режиме с высоким разрешением по вертикали (шаг по глубине 0.1 м). С борта маломерного судна производились зондирования водной толщи

автономным измерителем мутности турбидиметрическим зондом ИМП-2А [11].

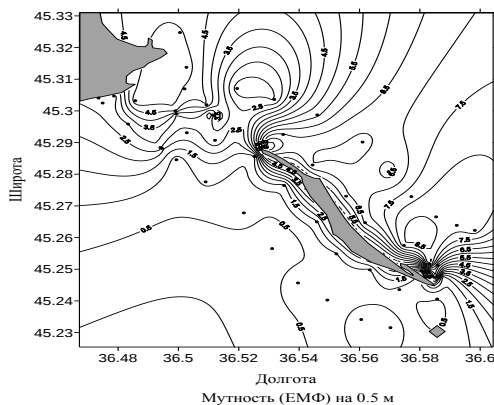
Результаты и обсуждение. Анализ поля взвеси, вида и гранулометрического состава донных осадков, а также спутниковых изображений показал, что в современных условиях активно размываются следующие участки острова и его подводного склона: западная и восточная оконечности, северо-западный склон и южная часть.

После сооружения дамбы отмечена абразия дна в районе северо-западного склона Тузлы, у её западной оконечности и на примыкающей к ней Павловской узкости, включая дно основного судоходного канала и участок дна у м. Белый. На сформировавшуюся здесь область абразии указывает преобладание в составе осадков крупноалевритовой подфракции и смена мелкоалевритового ила песком с ракушей. Иными словами, процессы размыва дна на анализируемых участках превалируют над аккумуляцией. Этому способствовали сильные (до 2 – 3 узлов) и устойчивые течения, как северного, так и южного направлений, которые наблюдаются между м. Павловский и косой Тузла. В результате ракуша, как тип донных отложений, в последние годы присутствует

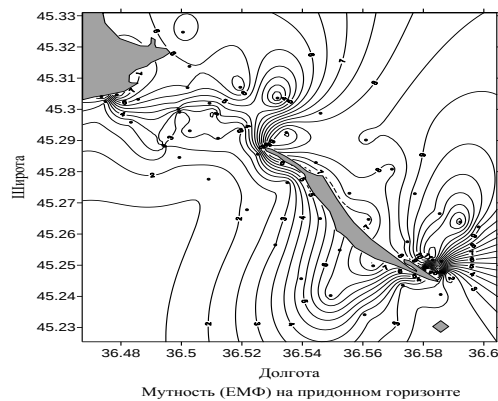
здесь постоянно. Напомним, что существенная интенсификация течений в данном месте – следствие сооружения дамбы.

Вследствие аналогичных динамических причин интенсивно размывается восточная оконечность Тузлы и дно вокруг неё. Постоянно присутствующие у западной и восточной оконечностей острова потоки взмученных вод, которых не было до сооружения дамбы, отчётливо фиксируются на спутниковых снимках. Это проиллюстрировано на рис. 2 д, где у обеих оконечностей острова видны «факелы» мутных вод, ориентированные вдоль струй омывающих их течений, яркость которых на снимке убывает в направлении потоков.

Анализ структуры поля взвеси, по данным зонда-мутномера (рис. 3), подтвердил существование максимумов данной характеристики в районах обеих рассмотренных выше оконечностей острова и у его северо-западного склона. Дополнительно на основе этого анализа обнаружены интенсивно размываемые участки островного склона в его южной части. Концентрация взвеси на этих участках в подповерхностном слое и у дна достигает 10 – 12 мг/л, что на порядок выше окружающих фоновых значений (рис. 3 а, б).



а



б

Рис. 3. Распределение мутности (ЕМФ) на горизонте 0.5 м (а) и у дна (б) в районе о.Тузла

Fig. 3. Turbidity distribution on the layer of 0.5 m (a) and in the bottom zone (б) in the region of Tuzla

Таким образом, все обнаруженные нами закономерности и рассмотренные выше участки вокруг Тузлы, возникшие в результате

антропогенного вмешательства в экосистему пролива, стали дополнительными продуцентами взвеси в его водах.

На акватории Керченского пролива расположен ряд портов и площадок рейдовой перевалки грузов: порты Кавказ и Крым, Керченский морской торговый порт, Керченский морской рыбный порт, порты Железрудного комбината и завода «Залив», площадки рейдовой перегрузки морского торгового порта (рис. 1). Каждый из перечисленных объектов вносит свой негативный вклад в экосистему пролива и, в частности, в поле взвешенного вещества.

В ходе реализации серии экологических съёмок в течение последнего десятилетия в портах, на припортовых акваториях, в районах рейдовой перевалки грузов были получены количественные оценки, отражающие влияние этих объектов на поле исследуемого параметра водной среды.

В частности показано, что швартовые операции и маневрирование судов у причальных стенок при их подходе и отходе, а также сопровождающая эти операции работа буксиров вызывает резкие повышения (в 5 – 6 раз больше фона) концентрации суммарного взвешенного в воде вещества. Причём этот эффект наблюдается, как на акваториях портов, так и на прилегающих припортовых участках.

Внутри портовых акваторий содержание взвеси в верхнем и придонном слоях соответственно в 1.2 – 1.3 и в 2 – 3 раза превышает таковую в окружающих водах. При этом, вследствие ограниченности водообмена портов с окружающими водами, снижение концентрации взвеси в портах происходит крайне медленно.

Одна из экологических микросъёмок, проведенная в 2006 г. в Керченском морском торговом порту была направлена на исследование влияния работы многочерпакового земснаряда на поля важнейших элементов экологического комплекса водной среды. В частности, анализ поля концентрации взвеси показал, что работа дночерпателя сопровождалась значительным (в несколько десятков раз больше фона) повышением её содержания в верхнем и

придонном слоях. На примыкающей к порту акватории Керченской бухты образовалось пятно взмученных вод, которое на поверхности различалось визуально и имело ярко выраженную внешнюю границу на участке от акватории Торгового порта до Морского вокзала. Концентрация взвеси на внешнем крае этой линзы мутных вод уменьшалась на порядок и скачкообразно убывала в мористую сторону.

В ходе реализации серии экологических съёмок ЮгНИРО в районе пункта рейдовой перевалки грузов (площадки № 450 Керченского морского торгового порта), расположенного в юго-западной части пролива, между мысами Камыш-Бурну и Малый (рис. 2в), были зафиксированы высокие на общем природном фоне концентрации суммарной взвеси.

Результаты исследования этого явления по данным шести экологических микросъёмок представлены в табл. 1. Видно, что на акватории рейдовой перевалки грузов максимальная концентрация взвеси, как в верхнем слое, так и у дна, в различное время превосходила ее фоновое содержание в 1.5 – 6 раз, средние же значения были больше фоновых концентраций от 1.3 до 3 раз. При этом отмечено, что, как правило, перегрузочные работы велись аккуратно, с соблюдением всех нормативных требований, в штилевую и маловетреную погоду и, практически, без просыпей. Представленный выше результат свидетельствует о незначительном влиянии данного антропогенного источника взвеси на водное пространство в районе пункта рейдовой перегрузки. Его воздействие, согласно анализируемым эмпирическим сведениям, ограничено радиусом примерно в одну милю.

В то же время съёмки всей акватории пролива, выполненные в апреле 2008 г., показали, что рассматриваемый пункт рейдовой перевалки грузов представляет собой мощный источник поступления в водную среду не только взвеси, но и загрязняющих веществ, в том числе нефтепродуктов.

Табл. 1 Содержание взвеси в районе рейдовой стоянки № 450

Table 1 Total suspended matter (TSM) contents in the region of roadstead overloading № 450

Время проведения съёмок	Горизонт отбора проб	Содержание взвешенных веществ, мг/л		
		Мин. - Макс	Среднее	Фон*
Декабрь 1997 г.	пов.	11.0 - 21.0	16.8	12.0
	дно	21.0 - 27.0	22.9	15.0
Апрель 1999 г.	пов.	1.0 - 2.0	1.2	1.0
	дно	1.0 - 4.0	2.6	2.0
Декабрь 1999 г.	пов.	1.0 - 25.0	8.5	5.0
	дно	5.0 - 36.0	20.0	10.0
Декабрь 2000 г.	пов.	1.0 - 5.0	2.5	1.0
	дно	1.0 - 5.0	1.9	1.0
Июнь 2002 г.	пов.	1.0 - 6.0	1.4	1.0
	дно	—	—	—
Ноябрь 2002 г.	пов.	0.5 - 5.0	1.6	0.5 - 3.0
	дно	—	—	—
1997 – 2002 гг.	пов.	0.5 - 25.0	1.2 - 16.8	—
	дно	1.0 - 27.0	1.9 - 22.9	—

*) Фоновые концентрации определены по данным комплексных океанологических съёмок на станциях, находящихся вне зоны влияния перегрузочных работ

*) Background concentrations are determined under the complex of oceanological investigations on the stations, locating outside the zones of the of the transshipment work influence

С черноморскими течениями его влияние распространяется на значительную акваторию западной и центральной частей пролива. Этот эффект иллюстрирует рис. 4а, где в юго-

западной части пролива отчётливо виден меридионально ориентированный шлейф мутных вод, состоящий из трёх ядер (рис. 4 б, в).

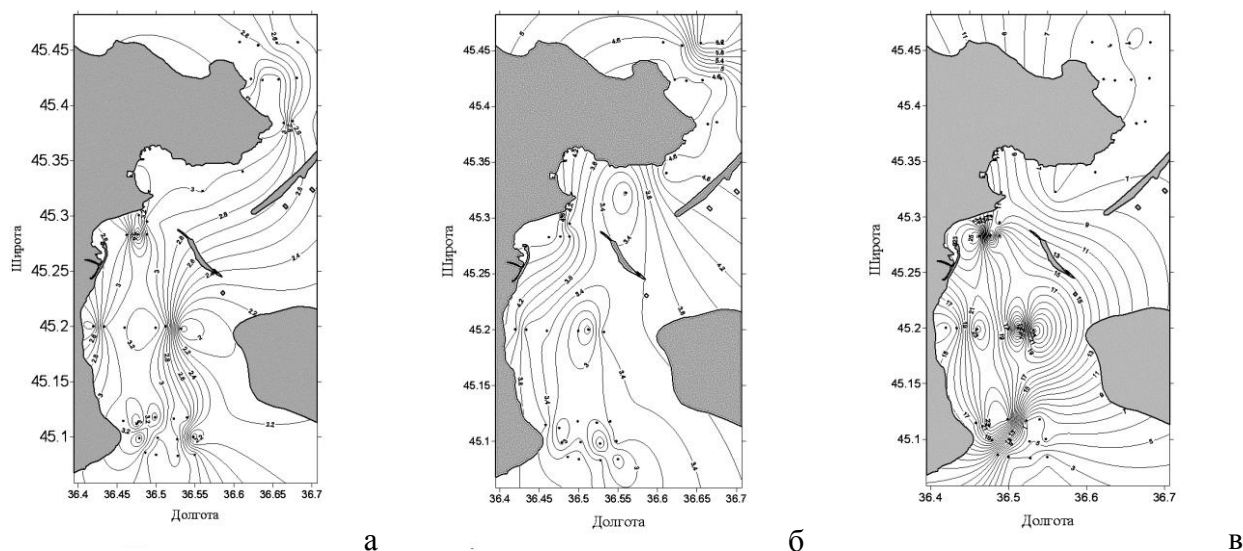


Рис. 4 Распределение растворённых нефтепродуктов, отн. ед (а) – у дна и мутности (ЕМФ) в верхнем (б) и придонном (в) слоях.

Fig. 4 Dissolved oil distribution (a) in the bottom zone and turbidity in the upper layer (б) and in the bottom zone (в) Каждое ядро представляет собой максимум взвеси (22 – 28 мг/л) от антропогенных источников, расположенных в районе свалки грунта у м. Такиль, в районе пункта рейдовых

перегрузок и в Камыш-Бурунской бухте, где находятся порты Железорудного комбината и завода «Залив» (рис. 1). На этом же рисунке виден локальный максимум взвешенного вещества в районе недействующей в настоящее время свалки грунта, расположенной к югу от Тузлы (дампинг грунта здесь запрещён в 1973 г.).

Отсутствие аналогичного экстремума в Керченской бухте, где находятся Керченский морской торговый и Керченский морской рыбный порты, объясняется тем, что здесь в рамках анализируемого эксперимента соответствующие измерения не были предусмотрены, и станции внутри бухты не выполнялись (рис. 1). Согласно результатам реализованного нами в мае 2005 г. аналогичного эксперимента, в Керченской бухте в придонном слое были отмечены концентрации взвешенного вещества до 30 мг/л [5].

В Керченском проливе, наряду с описанными выше антропогенными продуцентами взвеси, существуют природные источники суммарного взвешенного вещества, которых нет в примыкающих к проливу районах обоих морей.

Эти источники обусловлены абразией берегов, ветровой деятельностью, стоком впадающих в пролив рек, развитой системой локальных течений при малой глубине и низкой уплотнённости донных отложений.

В вершину Керченской бухты впадает речка Мелек-Чесме, а в акваторию Керченского морского торгового порта - речка Булганак, которые во время паводка в прибрежную зону выносят значительные объёмы взвешенного вещества. Наиболее мощные паводки этих рек, как, например, в октябре 2002 г., способствуют выносу огромного количества взвеси и росту её концентрации выше фонового содержания на обширном пространстве бухты. В октябре 2002 г. после паводка в верхнем слое вод Керченской бухты при фоновом содержании ~ 1 мг/л, концентрация взвеси достигала

3 – 8.0 мг/л. и была максимальной в приустьевых областях и в районах Керченского морского торгового и Рыбного портов. В придонном слое содержание взвешенного вещества возросло до 10 – 20 мг/л. На спутниковых снимках влияние речного стока в поле взвеси в это время прослеживалось вдоль всего побережья Керченской бухты и за её пределами, до мысов Камыш-Буру и Малый.

К природным источникам взвешенного вещества в Керченском проливе, отсутствующим в прилегающих районах Чёрного и Азовского морей, относится развитая система течений, которая в условиях мелководья обеспечивает взмучивание придонного слоя, перераспределение и транспорт взвеси.

Необходимо также отметить такой фактор как ветровое волнение. После штормов в Керченском проливе наблюдаются максимальные концентрации взвешенного вещества, достигающие 70 – 100 мг/л.

Фоновая концентрация суммарного взвешенного вещества в водах Керченского пролива выше, чем его содержание на смежных участках Чёрного и Азовского морей. Это видно на спутниковых снимках, где наиболее мутные воды сосредоточены в северной части пролива, между азовской узкостью и косой Тузла [3, 5]. Повышенная мутность и, соответственно, поглощающая способность определяют особый во внутригодовом цикле температурный режим поверхности пролива. Так, согласно многолетним наблюдениям, обобщенным в ЮгНИРО, весной, в период теплонакопления, воды пролива теплее вод прилегающих участков обоих морей.

Типичное для пролива высокое содержание взвеси обуславливает особую цветность его вод. Это свойство хорошо иллюстрируется спутниковыми снимками, где воды Керченского пролива выделяются своим цветом на фоне вод обоих морей при практически любой подобранной цветовой гамме изображения.

Возможно, особая цветность, свойственная водам Керченского пролива, также связана и с другими факторами, например, с зарослями травы зостеры, покрывающей акваторию Керченской бухты и участки дна вокруг Тузлы, стоковыми водами, цветом дна при малых глубинах.

Выводы. 1. На основе анализа литературных сведений и материалов серии гидрологических и экологических съёмок 1997 – 2008 годов рассмотрены антропогенные и природные источники суммарного взвешенного вещества в водах Керченского пролива. 2. Выявлено, что наиболее мощный антропогенный источник взвешенного вещества в Керченском проливе связан с дноуглубительными работами и последующей свалкой изъятых грунтов. Поступление взвеси в воды пролива обнаружено как от действующих, так и от закрытых свалок грунта. 3. После строительства дамбы в

проливе возникли мощные дополнительные источники взвешенного вещества. Это участки с активным размыванием берегов и дна у западной и восточной оконечностей Тузлы, у северо-западного и южного подводных склонов этого острова. 4. Расположенные в Керченском проливе антропогенные источники взвеси обусловлены функционированием портов и площадок рейдовой перевалки грузов. Хозяйственная деятельность, связанная с этими объектами, способствует генерации взвеси в водной толще на прилегающих к ним участках. Ее содержание здесь в несколько раз превосходит окружающий природный фон. 5. Природные источники взвешенного вещества в водах Керченского пролива обусловлены абразией берегов, ветровой деятельностью, стоком выпадающих в пролив речек, развитой системой локальных течений при малой глубине и низкой уплотненностью донных отложений.

1. *Иванов В. А., Шапиро Н. Б.* Моделирование течений в Керченском проливе // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭкоСи-Гидрофизика, 2004. – Вып. 10. – С. 207 - 232.
2. *Лисицин А. П.* Методы сбора и исследования взвеси для геологических целей // Труды института Океанологии – 1956. – №19 – С. 262 - 287.
3. *Ломакин П. Д., Боровская Р. В.* Возможность контроля системы течений в Керченском проливе на базе спутниковой информации // Система контроля окружающей среды. Средства и мониторинг. МГИ НАН Украины: Севастополь, 2005. – С. 255 - 257.
4. *Ломакин П. Д., Боровская Р. В.* Характеристика современного состояния системы течений в Керченском проливе на базе спутниковых и контактных наблюдений // Исследования Земли из Космоса. – 2006. – №6. – С. 65 - 71.
5. *Ломакин П. Д., Чепыженко А. И., Панов Б. Н., Боровская Р. В.* Гидрологические условия и характеристика загрязнения вод Керченского пролива в мае 2005 года по данным контактных измерений и спутниковых наблюдений. // Исследования Земли из Космоса. – 2006. – № 4. – С. 27 - 33.
6. *Материалы* на получение разрешения на производство ремонтного дноуглубления на объектах Керченского морского торгового порта. – Керчь. ЮгНИРО. - 1992. – 106 с
7. *Невесский Е. Н.* Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. – М.: Изд-во «Наука», 1967. – 254 с.
8. *Отчет о НИР:* «Разработать научные основы оценки влияния дампинга грунтов на экосистему Керченского предпроливья и прилегающей зоны. Рекомендации по предотвращению или снижению отрицательного воздействия дампинга грунтов на экосистему Керченского предпроливья». Брянцев В. А. № ГР 01890029705. Керчь, ЮгНИРО. - 1990. – 74 с.
9. *Современное развитие эстуарных экосистем на примере Азовского моря* // Коллектив авторов. - Апатиты, 1999. – 366 с.
10. *Фомин В. В., Иванов В. А.* Совместное моделирование течений и ветрового волнения в Керченском проливе // Морск. гидрофиз. журн. – 2007. – № 5. – С 3 - 13.
11. <http://www.ecodevice.narod.ru/Turbidimeter/Turbidimeter.htm>.

Поступила 19 мая 2008 г.
После доработки 07 сентября 2008 г.

Антропогенні і природні джерела зваженої речовини у водах Керченської протоки. П. Д. Ломакін, Е. О. Спірідонова, А. І. Чепиженко, Г. О. Чепиженко. Розглянуті антропогенні та природні джерела сумарної зваженої речовини у водах Керченської протоки. Показано, що основні штучні продуценти суспензії в протоці зв'язані з днопоглиблювальними роботами і наступним смітником вилученого ґрунту, діяльністю портів і пунктів рейдової перевалки вантажів, із процесами розмивання коси Тузла, що інтенсифікувалися після спорудження дамби. Оцінений вплив антропогенних джерел на фонову структуру поля зваженої речовини на різних ділянках досліджуваної акваторії. Проаналізовані основні природні джерела суспензії в протоці, яких немає на акваторіях, що примикають до заливної зони Чорного і Азовського морів.

Ключові слова: зважена речовина, днопоглиблювальні роботи, дам্পінг, процеси розмивання, коса Тузла, Керченська протока

Antropogenic and natural sources of the TSM in the waters of Kerchenskiy strait. P. D. Lomakin, E. O. Spiridonova, A. I. Chepyzhenko, A. A. Chepyzhenko. Anthropogenic and natural sources of the TSM in the waters of Kerchensky Strait are considered. It was revealed that the main artificial production factor of the TSM in the strait is connected with the bottom-deepening work and scrambling of the withdrawn soil, activity of the ports and points of the roadstead waddle of the cargo, with washing-away processes of the Tuzla scythe, that were actuated after building of the dam. Influence of the anthropological sources on the background frame structure of the TSM field on different areas of investigation water-areas (on different segments of the channel water area) is evaluated. The main natural sources of the TSM in the strait, which are not typical for the verging to dynamically more active zone area of waters of the Black sea and the Sea of Azov were analyzed.

Keywords: total suspended matter (TSM), the bottom-deepening work, damping, the washing-away processes, the Tuzla scythe, Kerchensky Strait