

УДК 551.46

## **ВЛИЯНИЕ ПЕРЕВАЛКИ ГРУЗОВ И ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В КЕРЧЕНСКОМ МОРСКОМ ТОРГОВОМ ПОРТУ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЕГО АКВАТОРИИ СОЕДИНЕНИЯМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

*Панов Б. Н.<sup>1</sup>, Спиридонова Е. О.<sup>1</sup>, Панов Д. Б.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Украина*

<sup>2</sup>*Национальный университет кораблестроения, г. Николаев, Украина*

*E-mail: panov\_bn@mail.ru*

На основании материалов гидрохимического мониторинга акватории Керченского морского торгового порта и сведений о количестве перегружаемых в порту грузов и объемах дноуглубительных работ в период с 1994 по 2006 год установлено, что рост грузооборота обуславливает увеличение загрязнения вод акватории ртутью, медью и нелетучими углеводородами, а дноуглубительные работы приводит к вторичному загрязнению придонного слоя вод железом, марганцем и тяжелыми фракциями нефтепродуктов.

**Ключевые слова:** Керченский морской торговый порт, тяжелые металлы, нефтепродукты, загрязнение

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время, по мировым оценкам, в производственной деятельности портов наибольшую (77 %) антропогенную нагрузку на окружающую среду (ОС) оказывают береговые объекты и только 12 % – движение морского транспорта [1-3].

Однако совершенно очевидно, что наряду с влиянием портов на высоко урбанизированных участках побережья существует масса других источников загрязнения вод (промышленные, аграрные и рекреационные комплексы, городские системы стоков, автотранспорт и др.). Результаты комплексного антропогенного воздействия могут в различной степени регулироваться и локальными природными факторами [4].

Поэтому для определения влияния деятельности порта на ОС необходим комплекс объективных оценок этого влияния. Оценки деятельности подобного рода могут и должны служить основой планирования развития портов, совершенствования их инфраструктуры.

В настоящее время разработка оценок экологических последствий увеличения объемов морских перевозок и их технического обеспечения в керченском регионе особенно актуальны.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ**

Представленные в работе [5] результаты анализа многолетней динамики загрязнения акватории Керченского морского торгового порта (КМТП) соединениями тяжелых металлов и нефтепродуктов демонстрируют наличие совпадений во времени экстремальных значений концентраций этих токсичных

соединений, что может свидетельствовать об общих для показателей источниках загрязнения акватории. Максимумы экстремальных значений по ряду показателей (в том числе характеризующих нефтяное загрязнение) могут превышать ПДК для воды и геохимический фон для донных отложений. В то же время для концентраций тяжелых металлов наблюдается (преимущественно) отрицательный тренд, для нефтепродуктов – положительный. В этой связи интерес представляют оценки корреляции многолетних изменений исследуемых показателей с изменениями годового грузооборота порта и с объемами дноуглубительных работ, обеспечивающих его функционирование.

Корреляционный анализ выполнен по материалам мониторинга загрязнения акватории КМТП, проводимого Южным НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО) в 1994-2006 годах и сведениях о количестве перегружаемых в порту грузов и объемах дноуглубительных работ в акватории порта и в подходном канале за этот же период. Из материалов мониторинга были отобраны сведения о содержании нормируемых тяжелых металлов (ртуть, медь, железо, свинец, кадмий, цинк, марганец), а также мышьяка, хрома и нефтепродуктов (нелетучие углеводороды – НУ, смолистые компоненты – См+Асф.) в поверхностных и придонных водах, а также в верхнем слое донных отложений. Сведения о концентрациях исследуемых загрязнителей вод и донных отложений, а также методы формирования многолетних рядов данных гидрохимического мониторинга представлены в работе [5].

### ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУЗОПОТОКА И ДНОУГЛУБЛЕНИЯ

КМТП, являясь универсальным грузовым комплексом, перерабатывает широкую номенклатуру навалочных, генеральных и наливных грузов. Перегрузочная техника и технологическое обеспечение позволяют выдерживать достаточно высокие нормы погрузки.

В порту на 7 причалах применяется, в основном, традиционная крановая схема механизации, которая в зависимости от рода перерабатываемого груза имеет свою специфику (Табл. 1).

Таблица 1.

Характеристика перегрузочной способности КМТП

№ причала	Глубина, м	Длина, м	Пропускная способность, тыс. т	Специализация
1	6,1	230	132,05	Навалочные и генеральные грузы
2	–	–	–	Вспомогательный
3	6,5	258,05	396,16	Навалочные и наливные грузы
4	7,7	179,3	396,16	Навалочные и генеральные грузы
5	7,7	222,61	396,16	Зерновой комплекс
6	8,1	197,6	582,22	Навалочные и генеральные грузы
7	8,1	214,4	582,22	Навалочные и генеральные грузы

Согласно данным порта (рис. 1), в нем за год перегружается до 1000 тыс. т кокса и угля, до 120 тыс. т ферросплавов, до 500 тыс. т зерновых грузов. После перегрузки кокса, угля, ферросплавов, бобовых, зерновых и семян отходов не образуется.

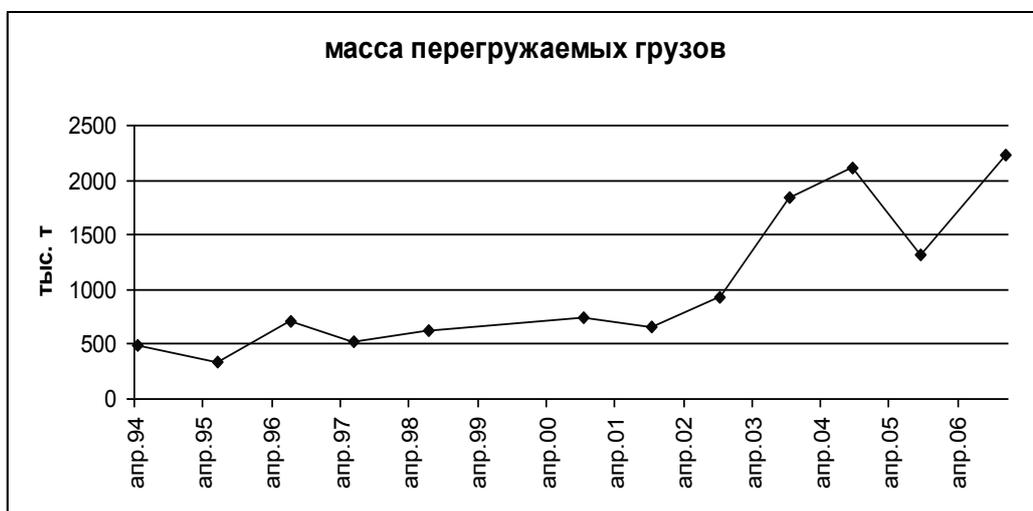


Рис. 1. Изменения количества ежегодно перегружаемых в КМТП грузов.

"Желтый перечень отходов" содержит категории опасных отходов, ввоз которых в Крым запрещен, а их экспорт и транзит подпадает под действие "Положения о контроле за трансграничными перевозками опасных отходов и их утилизацией/удалением...". Всего в этом перечне 84 различных групп отходов. В соответствии с подпунктом "а" пункта 1 статьи 1 Базельской конвенции отходы, перечисленные в этом списке, являются опасными. В "Зеленый перечень отходов" включены отходы, которые могут перемещаться между странами (приложение IX к Базельской конвенции). Перечень содержит 127 видов отходов.

Сопоставление данных о грузообороте порта по родам грузов за 2000-2006 годы с "Желтым..." и "Зеленым..." перечнями отходов позволяет констатировать, что единственным грузом, относящимся к отходам производств и перегружаемым в порту является металлолом, включенный в "Зеленый перечень отходов".

Кокс, уголь, ферросплавы, зерновые грузы к отходам производства не относятся и в указанные перечни не входят.

С ростом размеров судов и объемов перевозки навалочно-насыпных грузов происходят изменения в технологии их перегрузки, основанные на использовании прогрессивных технических решений. Вместе с тем обостряются проблемы, связанные с негативными воздействиями перегрузочных работ на окружающую среду в силу особенностей грузов этой категории [6].

Основными из этих воздействий являются:

- Загрязнение воздушного и водного бассейнов, а также прилегающей территории вследствие пылеобразования.

- Загрязнение водной среды ливневыми стоками и грунтовыми водами, содержащими вредные вещества.

Эти воздействия характерны практически для всех навалочно-насыпных грузов, но их степень и последствия определяются свойствами перегружаемых материалов, технологическими решениями перегрузки и естественными условиями района расположения перегрузочного комплекса.

Как показывает практика работы морских и речных портов по перегрузке и хранению грузов, основное воздействие на окружающую среду оказывают перегрузочные процессы с пылящими грузами. К этой категории грузов относятся кокс и уголь, а также металлолом, бобовые, зерновые и семена.

Пыль металлическая, угольная и зерновая, осаждаясь, попадает на поверхность причала и территорию порта, а также на прилегающий участок акватории.

Во время дождя осевшая пыль смывается дождевыми водами и через систему отведения поверхностного стока с причалов попадает в акваторию порта.

Из вышесказанного следует, что технологический процесс перегрузки кокса, угля, металлолома и зерновых грузов оказывает прямое воздействие на воздушную и водную среду.

Многие химические вещества, содержащиеся в пыли, образующейся при перегрузочных работах, попадая в морскую воду, являются причинами гибели или дегенерации морской флоры и фауны, особенно такие вещества, которые длительное время сохраняют свои физико-химические свойства [6].

Источниками вредного воздействия на окружающую среду при перегрузочных процессах являются также и выбросы энергетических установок судов, стоящих у причала.

Объемы дноуглубительных работ в Керченском проливе до 1966 года были невелики, однако к началу 70-х годов по мере активизации судоходства, а также в связи с ростом размеров судов и необходимостью обеспечения безопасности мореплавания потребовалось осуществление дноуглубления фарватера и подходных каналов до отметок  $-14$  м, что повлекло за собой значительный рост объема дноуглубления – до 5 млн. м<sup>3</sup> в год, которые захоронялись здесь же, в Керченском проливе, на свалке грунта, созданной в 1956 г. у о. Коса Тузла (Средняя коса).

Во второй половине 70-х и в 80-е годы объем дноуглубления варьировал от 1,0 до 5,0 млн.м<sup>3</sup>.

В конце 80-х гг. годовые объемы дноуглубительных работ составляли 850-1450 тыс.м<sup>3</sup>. С 1987 года зона захоронения грунтов была вынесена из Керченского пролива в предпроливный участок северного шельфа Черного моря с глубинами около 50 метров.

До 1993 г. объемы дноуглубления сокращались. В 1995 г. в связи с необходимостью ремонтного дноуглубления практически всего Керчь-Еникальского канала объем грунтов дноуглубления и дампинга опять возрос (по сравнению с предыдущим годом в 4,5 раза) и достиг уровня начала 90-х гг., однако в последующие годы он стабилизировался в интервале 100-250 тыс.м<sup>3</sup>/год (рис. 2).

Основными объектами дноуглубления в Керченском проливе в рассматриваемый период времени являлись: акватория КМТП, подходной канал к нему (рис. 2).

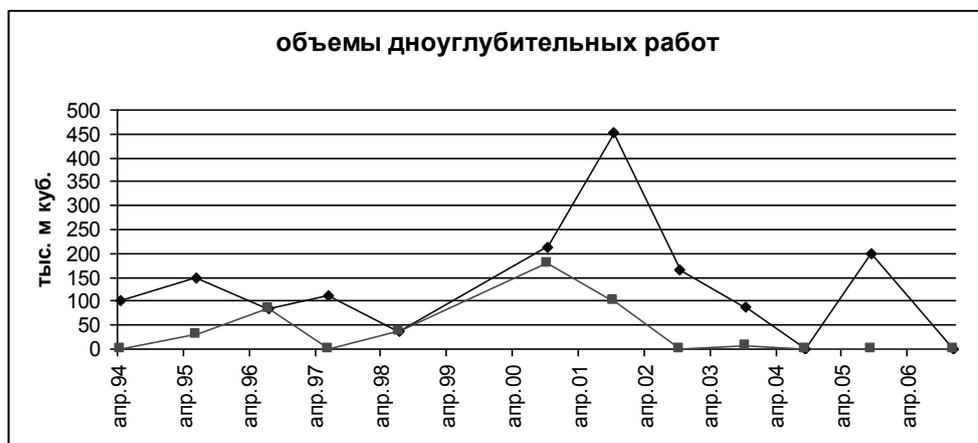


Рис. 2. Изменения объемов дноуглубления акватории КМТП (кривая маркирована квадратами) и суммы объемов дноуглубления акватории порта и подходного канала (кривая маркирована ромбами).

Согласно существующим оценкам [7] скорость осадкообразования на акватории Керченского пролива в течение последних десятилетий постоянно возрастала, и сейчас оцениваются на уровне 8-12 мм/год, что в 2-2,5 раза выше, чем при естественном седиментогенезе, и выше, чем в Азовском море, где она составляет 3,2-6,4 мм/год.

Влияние дноуглубления и дампинга грунта на процессы осадконакопления в Керченском проливе, прежде всего, связано с составом и свойствами донных отложений районов дноуглубления.

Грунты, изымаемые с акватории Керченского морского торгового порта и подходного канала, представлены различными илами темно-серого цвета. Эти илы полностью водонасыщены, имеют текучее состояние, при нарушении естественного залегания должны обладать жидкотекучей консистенцией [8].

Значительная часть таких илов в процессе дноуглубления может переходить в водную массу в виде взвешенного вещества и переоткладываться на близлежащих участках дна, а затем под влиянием волнения и течений вновь переноситься в углубления дна.

Таким образом, среди источников материала дноотложений оказываются и сами грунты дноуглубления, а дноуглубление становится фактором загрязнения Керченской бухты значительной группой загрязнителей, включая тяжелые металлы и нефтепродукты.

Следует отметить, что соединения тяжелых металлов и нефтеуглеводороды относятся к группе химических загрязнителей, наиболее стойких и далеко

распространяющихся. В воде химические вещества сорбируются частицам пород, окисляются и восстанавливаются, оседают на дно и т.д., однако, как правило, полного очищения загрязненных вод не происходит.

Экологические последствия загрязнения морских вод выражаются, прежде всего, в накоплении химических токсикантов в биоте, снижении биологической продуктивности, возникновении мутагенеза и канцерогенеза в морской среде [9].

## РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА

Результаты корреляционного анализа многолетних изменений исследуемых показателей представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Коэффициенты корреляции(уровень доверительной вероятности – 0.95) исследуемых показателей гидрохимического мониторинга с количеством перегружаемых в КМТП грузов и объемами дноуглубления (в акватории порта, в акватории порта и подходного канала)

Показатель	Hg	As	Cu	Fe	Pb	Cd	Zn	Mn	Cr	Cm+ Acф	HУ	ΣНП
Поверхность вод												
Грузы	0,48	-0,56	0,47	-	-0,51	-	-	-	-	-	0,90	0,89
Грунт акват.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Грунт акв.+канал	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56	-	-
Придонный слой вод												
Грузы	-	-0,62	-	-	-	-	-	-	-	-	0,89	0,81
Грунт акват.	-	-	-	0,50	-	-	-	-	-	-	-0,53	-
Грунт акв.+канал	-	-	-	-	-	-	-	0,64	-	0,57	-	-
Донные отложения												
Грузы	-0,68	-	-	-0,63	-0,51	-	-	-0,72	-	-	-	-
Грунт акват.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,53	0,56	0,59
Грунт акв.+канал	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Прим.: Затонированы информативные связи

Они свидетельствуют о том, что количество перегружаемых в порту грузов положительно коррелирует с содержанием Hg и Cu в поверхностном слое вод и с содержанием мало трансформированных нелетучих углеводородов в поверхностном и придонном слоях воды. То есть рост грузооборота ведет к увеличению содержания указанных соединений в воде акватории порта. В то же время рост грузооборота не влияет на загрязнение донных отложений. Связь объемов грузооборота с концентрацией HУ в водной среде свидетельствует о постоянном поступлении нефтепродуктов из находящихся в порту судов.

Отрицательные коэффициенты корреляции грузооборота с концентрациями некоторых тяжелых металлов в воде и донных осадках объясняются наличием отрицательного тренда в их временной изменчивости при положительном тренде количества перегружаемых грузов.

С дноуглублением прямо связаны концентрации Fe и Mn в придонном слое вод, См+Асф в поверхностном и придонном слоях воды, а также содержание обеих фракций нефтепродуктов в донных осадках. Очевидно, что донные отложения являются источником вторичного загрязнения придонных вод железом и марганцем, и дноуглубительные работы делают доступными при отборе проб нефтепродукты, отложившиеся в донных осадках в годы высокого нефтяного загрязнения морских вод (70-е годы XX столетия), содержащие большое количество трансформированных тяжелых фракций нефтепродуктов (смола и асфальтенов).

Этот вывод подтверждается тем, что дноуглубительные работы ведут к росту концентраций в водной среде только смол и асфальтенов, а обратная зависимость связи дноуглубления с концентрациями слабо трансформированной фракции в придонных водах может быть объяснена ассимиляцией этих соединений тяжелыми фракциями.

### **ВЫВОДЫ**

Таким образом, рост грузооборота КМТП обуславливает увеличение загрязнения вод его акватории, в первую очередь, ртутью, медью и нелетучими углеводородами, которые постоянно поступают от находящихся в порту судов. Дноуглубительные работы в порту открывают залегающие в донных отложениях загрязненные грунты, что приводит к вторичному загрязнению придонного слоя вод железом, марганцем и тяжелыми фракциями нефтепродуктов. Результаты исследований могут быть использованы в планах развития КМТП.

*Авторы выражают благодарность Ларисе Карловне Себах за помощь, оказанную при формировании рабочего массива данных гидрохимического мониторинга.*

### **Список литературы**

1. Экологические аспекты развития портов : сб. докладов Международного учебного семинара.– Варна, 1999.– 365 с.
2. Бланк Ю.И. Особенности оценки воздействия на окружающую среду строительства и эксплуатации береговых объектов морехозяйственного комплекса / Ю.И. Бланк, В.А. Чикановский // Экологические проблемы и особенности эксплуатации береговых объектов морехозяйственного комплекса Украины : Материалы II научно-практической конференции : сб. докл.– Одесса, 2000.–С. 37 – 42.
3. Уильямс Дж. Основы контроля морских загрязнений. Пер. с англ. – Л.: Судостроение, 1984. – 136 с., (Охрана окружающей среды). – Пер. изд.: Нью-Йорк (США), 1979.
4. Практическая экология морских регионов. Черное море. – Киев : Наукова думка, 1990. – 252 с.
5. Панов Д.Б. Некоторые особенности загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами акватории Керченского морского торгового порта/ Д.Б. Панов, Б.Н. Панов, Е.О. Спиридонова//

- Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зоны и комплексное использование ресурсов шельфа : сб. научн. тр. – Вып. 26. – Т. 1. – Севастополь, 2012. – С. 192–197.
6. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М., Минрыбхоз, 1992.
  7. Современное развитие эстуарных экосистем на примере Азовского моря / Коллектив авторов. – Апатиты, 1999. – 366 с.
  8. Материалы на получение разрешения на производство ремонтного дноуглубления на объектах Керченского морского торгового порта. – Керчь. ЮГНИРО, 1992. – 106 с.
  9. Израэль Ю.А. Экология и проблемы комплексного глобального мониторинга Мирового океана / Ю.А. Израэль, А.В. Цыбань // Комплексный глобальный мониторинг Мирового океана: Труды I Международного симпозиума. – Т. 3. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1985. – С. 19 – 48.

**Панов Б. М. Вплив перевалки грузів та днопоглиблювальних робіт в Керченському морському торговельному порту на забруднення його акваторії сполуками важких металів та нафтопродуктів / Б. М. Панов, О. О. Спиридонова, Д. Б. Панов // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія: Географічні науки. – 2014. – Т. 27 (66), №2. – С. 86-94.**

На основі матеріалів гідрохімічного моніторингу акваторії Керченського морського торговельного порту й свідень про кількість перевантажуваних в порту вантажів та об'ємах днопоглиблювальних робіт в період з 1994 по 2006 рік установлено, що зріст вантажообороту зумовлює збільшення забруднення вод акваторії ртуттю, міддю та нелетючими вуглеводнями, а днопоглиблювані роботи призводять до вторинного забруднення придонного шару вод залізом, марганцем й важкими фракціями нафтопродуктів.

**Ключові слова:** Керченський морський торговельний порт, важкі метали, нафтопродукти, забруднення

## THE IMPACT OF TRANSSHIPMENT FREIGHTS AND DREDGING AT THE KERCH SEA TRADING PORT ON POLLUTION ITS OWN WATER AREA BY COMPOUNDS OF HEAVY METALS AND OIL PRODUCTS

*Panov B. N.<sup>1</sup>, Spiridonova E. O.<sup>1</sup>, Panov D. B.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Kerch State Maritime Technological University, Kerch, Crimea, Ukraine*

<sup>2</sup>*Nationality University of Shipbuilding, Nikolayev, Ukraine*

*E-mail: panov\_bn@mail.ru*

Onshore facilities have a greatest burden on the environment in ports production. Along with the influence of the port, there are other sources of water pollution. Therefore, to determine the impact of port activities on the environment requires a set of objective assessments of the impact. Evaluation of this kind should serve as a basis for planning the development of ports, improving their infrastructure. In the Kerch region development of environmental impact assessments increase marine transport and logistics are particularly relevant.

This work is made based on the monitoring of pollution Kerch Sea Trading Port (KSTP), conducted in 1994-2006, respectively, and data on the number of overloaded in port cargo volume and dredging in the harbor basin and the approach channel. From the materials have been selected for monitoring information about the content of heavy metals (mercury, copper, iron, lead, cadmium, zinc, manganese), as well as arsenic, chromium,

and mineral oil (non-volatile hydrocarbons, tar components) in the water surface and bottom, as well as the top layer of sediment.

According to the data port in it for the year be transferred to 1000 thousand tones of coke and coal, up to 120 thousand tones of ferroalloys, up to 500 thousand tons of grain cargoes. The main impact on the environment is reloading processes of dusty cargoes. This category of goods are coke and coal, as well as scrap metal, legumes, grains and seeds.

Sources of harmful effects on the environment when reloading processes are also the emissions of power plants ships moored at the pier.

Dredging volumes after 80 years of the last century in the Kerch Bay declined in subsequent years have stabilized in the range of 50-250 thousands m<sup>3</sup>/year. Much of sludges in dredging process can proceed in an aqueous medium in the form of suspended matter and other deposit on the bottom sections. Therefore, dredging becomes a factor in pollution Kerch Bay significant group of pollutants, including heavy metals and oil products. These substances belong to the group of chemical contaminants, the most persistent and far-spreading. Environmental effects of marine pollution are expressed primarily in the accumulation of chemical toxicants in marine organisms, reducing the biological productivity of waters.

The results of correlation analysis of long-term changes in the studied parameters revealed that the growth of turnover KSCP causes an increase in pollution of its waters in the first place, mercury, copper and non-volatile hydrocarbons, which constantly comes from being in the port of ships.

Dredging in the port opening occurring in sediments contaminated soil, which leads to secondary contamination of bottom water iron, manganese and heavy fractions of petroleum products.

The results obtained can be used in the development plans of the Kerch Sea Trading Port.

**Keywords:** Kerch Sea Trading Port, heavy metals, oil products, pollution

#### **References**

1. Environmental aspects of port development: Sat. Reports of the International Training seminar, 365 p. (Varna, 1999).
2. Blank Yu.I. Features assessment of the environmental impact of construction and operation of onshore facilities maritime complex , Ecological problems and peculiarities of operating onshore facilities maritime complex of Ukraine: Materials II scientific-practical conference, P. 37-42, (Odessa, 2000).
3. J. Williams, Fundamentals control of marine pollution, 136 p., (Shipbuilding, Leningrad, 1984).
4. Practical ecology of marine regions. Black Sea, 252 p. (Naukova Dumka, Kiev, 1990).
5. D.B. Panov, B.N. Panov, E.O. Spiridonova, Some features of heavy metal pollution and oil Kerch Sea Commercial Port, Ecological safety of coastal and offshore zone and the comprehensive utilization of resources shelf, p. 192-197 (Sevastopol, 2012).
6. A list of maximum allowable concentrations and approximately safe levels of exposure to harmful substances for fishery water bodies (Ministry of Fisheries, Moskva, 1992).
7. The current development of estuarine ecosystems on the example of the Azov Sea, 366 p. (Apatity, 1999).
8. Materials for permission to manufacture maintenance dredging at the facilities of Kerch sea trade port, 106 p. (YugNIRO, Kerch, 1992).

9. Yu.A. Izrael, A.V. Tsyban, *Ekologiya and problems of integrated global monitoring of the oceans, Complex global monitoring of the oceans: I Proceedings of the International Symposium*. - Т. 3. Р. 19-48 (Gidrometeoizdat, Leningrad, 1985).

*Поступила в редакцию 20.11.2014 г.*