

УДК 504.064:543

**А.М. Андрианов, д.х.н., *Т.Н. Ковальчук, к.х.н., *Е.К. Малиновский, к.х.н.,
*О.В. Недоступ, к.т.н., И.В. Безлуцкая, к.х.н., И.И. Чеботарская,
В.П. Антонович, д.х.н.**

*Физико-химический институт им. А.В. Богатского НАН Украины,
СКТБ с ОП ФХИ НАН Украины

О ЗАГРЯЗНЕНИИ ОБЪЕКТОВ МОРСКОЙ СРЕДЫ В ПОРТАХ СЕВЕРНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

В результате химико-аналитических исследований объектов морской среды из акватории некоторых черноморских портов установлено, что в водах содержания нормируемых компонентов - токсикантов не превышают их предельно допустимые концентрации, а соответствующие донные отложения существенно загрязнены кадмием, свинцом, фенолами, нефтепродуктами.

Ключевые слова: морская вода, донные отложения, порты Черного моря, загрязнения.

По экологическому и санитарно-эпидемиологическому состоянию Черное море относится к числу наименее благополучных морей мира. Это обусловлено не только его внутриматериковым расположением, а значит и замедленным водообменом, не только поступлением загрязненных речных стоков, но и в связи с интенсивным судоходством, увеличением ассортимента и объема перевозимых грузов, возрождением украинской судостроительной промышленности, постоянными дноуглубительными работами в черноморских портах. Украинские экологи озабочены возможными негативными последствиями планируемых масштабных поисков на черноморском шельфе месторождений газа и нефти. Информация о загрязненности объектов морской среды в украинских портах является важной составной частью характеристики экологической ситуации в Черном море, особенно в антропогенно нагруженном северном Причерноморье.

Наиболее систематический и многопараметровый контроль содержания нормируемых компонентов (тяжелых металлов, хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов, нефтепродуктов, индивидуальных углеводородов нефтяного происхождения) разными методами (атомной абсорбции, газожидкостной хроматографии, ИК-спектроскопии, спектрофлуориметрии, хромато-масс-спектрометрии) в водах, донных отложениях, гидробионтах из разных районов Черного моря проводят в Украинском научном центре экологии моря (УНЦЭМ, Одесса). К сожалению, результаты этих исследований, выполненных на современном научно-методическом уровне, редко публикуются в изданиях, доступных широкому кругу отечественных специалистов в области анализа объектов окружающей среды [1-3]. Еще менее доступна ведомственная информация о содержаниях нормированных веществ-токсикантов в водах и донных отложениях акваторий черноморских портов.

В научных подразделениях ФХИ НАН Украины, в лаборатории контроля состояния объектов окружающей среды и в отделе стандартных образцов СКТБ с ОП ФХИ НАН Украины, начиная с 2005 г., впервые проводятся систематические исследования морских объектов в портах Одессы, Ильичевска, Херсона, Южного, Рени с целью оценки уровня их техногенной загрязненности. Начаты аналогичные работы с объектами морской среды из экологически чистых районов Черного моря (например, акватория острова Змеиный), в которых содержание большинства нормируемых компонентов находится (пока!) на фоновом уровне.

Цель данной статьи состояла в обобщении и систематизации полученных данных, сопоставлении уровней загрязненности вод и донных отложений, что должно

позволить минимизировать число объектов анализа и ассортимент показателей техногенного влияния на морскую среду.

Объекты и методы исследований.

В соответствии с особенностями морского экомониторинга анализировали не только морскую воду, но и пробы донных отложений. Такой подход особенно актуален для прибрежных морских экосистем, находящихся под воздействием речных стоков, промышленных и коммунальных сбросов, другой хозяйственной деятельности, так как их вклад в общую загрязненность этих районов значительный. Именно здесь наиболее четко проявляются закономерности перераспределения нормируемых компонентов в различные миграционные формы их существования. С целью идентификации источников загрязнения акватории порта «Южный» исследовали также пробы сточных вод и шламов очистных сооружений.

Пробы морской воды отбирали в придонном слое и определяли содержание следующих нормируемых компонентов: рН, взвешенные вещества, общее железо, аммонийный, нитратный и нитритный азот, хлориды, сульфаты, фосфаты, сухой остаток, анионные ПАВ, нефтепродукты. В пробах донных отложений и шламов определяли: ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, медь, цинк, фенолы и нефтепродукты (НП). Используются унифицированные и аттестованные методики измерения состава объектов окружающей среды, включенные в общепризнанную нормативно-аналитическую документацию [4-11]. Для градуировки измерительной аппаратуры использованы государственные стандартные образцы состава нормированных компонентов, созданные в СКТБ с ОП ФХИ НАН Украины [12].

Анализ проб донных обложений, морских и сточных вод проведены в лаборатории «Контроля состояния объектов окружающей среды», аккредитованной на право выполнения метрологических работ Одесским Центром метрологии, сертификации и стандартизации (аттестат аккредитации № РО-305/2006 от 25.07.06).

Отсутствие стандартных образцов состава природных и сточных вод вызывает необходимость для контроля правильности получаемых результатов в обязательном порядке использовать альтернативные методы анализа. Поэтому при определении NO_3^- использовали как спектрофотометрический метод, основанный на применении салициловой кислоты в сернокислой среде, так и ионную хроматографию с кондуктометрическим детектором. Содержание нитритов устанавливали спектрофотометрически (с реактивом Грисса) и ионно-хроматографически с амперометрическим детектированием в двухколоночном режиме. Общее железо определяли классическим фотометрическим методом с о-фенантролином и атомно-абсорбционно с электротермической атомизацией. Определение приоритетного токсиканта ртути проводили непламенным атомно-абсорбционным методом холодного пара в соответствии с рекомендациями методических указаний Минздрава Украины МВ 10.1.-115-2005 «Определение содержания ртути в объектах производственной, окружающей среды и биологических материалах», разработанных с участием ФХИ НАН Украины.

Нефть и нефтепродукты, относящиеся к числу наиболее распространенных загрязняющих морскую среду веществ, определяли методом ИК-спектроскопии после их экстракции CCl_4 и отделения полярных веществ на колонке с Al_2O_3 . Необходимо отметить, что этот метод заслуженно признан надежным способом установления обобщенного показателя «нефтепродукты» и широко применяется в химико-аналитической практике экомониторинга. Для градуировки соответствующей аппаратуры создан отечественный государственный стандартный образец состава (ДСЗУ 022.22.96), в котором при аттестованной характеристике 50.0 мг/мл нефтепродуктов содержится 37.5% гексадекана, 37.5% изооктана и 20.5% бензола в

тетрахлорметане (CCl_4) [12]. Однако метод ИК-спектроскопического определения НП недостаточно чувствительный, что при анализе вод вызывает необходимость отбора больших объемов проб (2 - 5 л). Существенно, что реализация этого метода сопряжена с обязательным использованием CCl_4 , который отнесен к так называемым фторохлоруглеродам, выбросы которых в атмосферу могут вызывать разрушение озонового слоя. Поэтому производство и применение этого растворителя в последние годы во всем мире строго лимитировано. Использовали также метод, основанный на экстракции растворенных в воде органических веществ гексаном, концентрировании экстракта отгонкой основной части растворителя, отделении полярных соединений при помощи колоночной хроматографии на оксиде алюминия. Поскольку гравиметрическое окончание метода требует применения пробы объемом более 4 л, проводили анализ упаренного экстракта на газовом хроматографе «Кристалл-2000» с пламенно-ионизационным детектором.

Определение нефтепродуктов в пробах морских донных отложений проводили следующим образом. Пробу донных отложений обрабатывали 2 раза ацетоном, 3 раза метиленхлоридом, объединенную вытяжку сушили и подвергали колоночной хроматографии на колонке с оксидом алюминия, что позволяет отделить примеси полярных соединений. Учитывая достаточно высокие содержания нефтепродуктов в исследованных пробах, применяли гравиметрическое окончание метода.

Поступающие в моря фенольные загрязнения, как и нефтепродукты, способны сорбироваться на частицах донных осадков, накапливаться в них и вызывать вторичное загрязнение морской воды при штормовом волнении. Для оценки загрязнения фенолами объектов окружающей среды используется так называемый фенольный индекс, т.е. суммарная концентрация фенольных соединений, определяемая фотометрически по реакции с аминоантипирином в присутствии гексацианоферрата калия (крезолы, гваякол, тимол, монохлорфенолы, дихлорфенолы, трихлорфенолы и ряд многоатомных фенолов).

Определение фенольного индекса в пробах донных отложений проводили следующим образом. Фенольные соединения извлекали из проб донных отложений щелочью с последующим спектрофотометрическим определением продуктов конденсации с 4-аминоантипирином. В качестве стандартного образца в данной методике использовали раствор фенола в этаноле.

Результаты и их обсуждение.

Результаты определения некоторых нормированных показателей в пробах морской воды акватории порта Южный приведены в табл. 1 (средние значения двух параллельных измерений).

Существенно, что в декабре 2005 г., мае 2006 г., марте и июне 2007 г., июле и октябре 2008 г. получены аналогичные результаты, которые по большинству показателей не превышают значения ПДК. Лишь в отдельных случаях зафиксировано небольшое превышение нормативных значений для железа, нитритов и БПК₅.

Для сопоставления в табл. 2 приведены данные о содержании некоторых веществ в воде речного порта Рени (июнь 2007 г.).

Таблица 1 – Результаты анализа проб морской воды (февраль 2005 г.)

Показатель	Точка № 1	Точка № 2	Точка №3	Точка №4	Точка №5	Точка №6	Точка №7	Точка №8	Точка №9
pH	8.2	6.95	7.45	7.70	7.80	7.55	7.65	7.75	7.70
Азот аммонийный, мг/л	0.23	1.05	0.34	2.0	0.67	1.19	1.37	0.24	0.65
Азот нитратный, мг/л	0.41	0.97	0.25	10.0	0.52	0.55	1.04	0.73	0.36
Азот нитритный, мг/л	0.11	0.12	0.15	1.0	0.28	0.36	0.03	0.09	0.05
Железо общее, мг/л	0.21	0.27	0.18	0.30	0.23	0.27	0.14	0.26	0.09
Взвешенные вещества, мг/л	116	248	52	159	330	112	223	420	207
Нефтепродукты, мг/л	н.о.	0,13	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,11	н.о.	н.о.

Точка № 1 – причал № 2 у кордона; №2 – №4, 4м от кордона; №3 – №5, у кордона; №4 – №6, 4 м от кордона; №5 – №7, 20 м от кордона; №6 –№8, у кордона; №7 – №17, у кордона; №8 – оперативный причал, 10 м от кордона; №9 – между 6 и 7 причалами, середина лимана.

Таблица 2 – Результаты анализа воды, отобранной в акватории порта Рени

Показатель	Результаты измерения мг/л				ПДК, мг/л
	Точка 1В	Точка 2В	Точка 3В	Точка 4В	
pH	6.9	6.7	7.8	6.9	6.5-8.5
Азот (аммонийный)	0.34	0.19	0.26	0.35	2.0
Кислород растворенный	8.97	8.87	9.02	8.9	Не менее 4 мгО/л
БПК ₅	3.49	3.55	3.57	4.02	Не более 6 мгО/л
Фосфаты	0.27	0.24	0.25	0.17	-
Нитрит-ион	0.036	0.026	0.098	0.048	3.3
Нитрат-ион	4.27	4.23	4.06	3.61	45.0
Железо общ.	0.25	0.27	0.22	0.28	0.3
Нефтепродукты	-	-	-	-	0.3
Фенолы	0.004	0.0001	0.001	0.0006	0.001

Во всех исследованных пробах вод концентрации нормируемых компонентов установлены в широком интервале значений, не превышающих значения ПДК. В случае донных отложений и шламов ситуация в экологическом плане менее благополучная.

Так как известна возможность перехода тяжелых металлов из донных отложений и шламов в морскую воду, определяли содержание водорастворимых форм меди, цинка, свинца, кадмия, ртути и свинца. Для определения цинка использовали метод пламенной ААС, для определения меди, кадмия и свинца использовали метод электротермической ААС.

Результаты определений загрязняющих веществ в пробах донных отложений из различных точек акватории порта Южный (февраль 2005 г.) приведены в табл.3.

Аналогичные данные получены при повторных анализах проб донных отложений в этих точках в мае 2006 г., марте 2007 г. и октября 2008г.

В табл. 4 приведены результаты определений нефтепродуктов и фенолов в донных отложениях из акватории порта Южный.

Таблица 3 – Результаты анализа проб донных отложений акватории порта Южный

Показатель	Точка № 1	Точка № 2	Точка №3	Точка №4	Точка №5	Точка №6	Точка №7	Точка №8	Точка №9
Свинец*, мг/кг	0.27/ 60.9	0.11/ 13.4	0.12/ 36.5	н.о./ 28.3	н.о./ 9.9	0.11/ 10.9	0.10/ 16.8	н.о./ 19.2	н.о.
Кадмий*, мг/кг	0.11/ 13.5	0.06/ 5.4	0.07/ 8.5	н.о./ 8.4	н.о./ 8.5	0.07/ 4.9	0.05/ 6.6	н.о./ 6.6	н.о.
Медь*, мг/кг	0.14	0.07	н.о.	0.05	0.09	0.17	н.о.	н.о.	0.11
Цинк*, мг/кг	0.39	0.32	0.14	0.08	0.18	0.30	0.23	0.15	0.15
Ртуть*, мг/кг	н.о./ н.о.								
Мышьяк*, мг/кг	н.о.								
Нефтепродукты, мг/кг	785	577	937	602	453	820	426	318	250
Фенолы, мг/кг	2.42	2.29	1.05	0.58	0.86	1.84	1.23	1.13	0.54

* - содержание тяжелых металлов (свинца, кадмия, меди, цинка, ртути, мышьяка) определяли в водной вытяжке проб донных отложений. Для свинца, кадмия и ртути в знаменателе приведены значения концентраций кислоторастворимых форм этих токсикантов.

Таблица 4 – Результаты определения содержания нефтепродуктов/фенолов (мг/кг) в пробах донных отложений порта Южный

Точки	Март 2007	Июнь 2007	Июль 2008	Октябрь 2008
Причал № 5	429/0.97	238/0.67	885/н.о.	218/0.92
Причал №6	93/0.68	475/0.42	1174/н.о.	457/1.61
Причал № 7	161/0.54	335/0.09	466/0.01	879/0.91
Причал № 8	84/1.36	151/0.25	687/0.06	550/1.03
Причал №9	770/0.80	174/0.26	566/0.14	374/2.43
Причал №1,2	316/0.71	300/0.21	304/0.14	-
Середина лимана	165/1.70	405/0.54	595/0.17	526/1.60
Подходной канал	388/1.19	311/0.03	456/0.08	430/1.50
Оперативный причал	204/1.18	212/0.07	382/0.14	269/1.49

Предельно-допустимые концентрации в почвах для подвижных форм цинка, свинца и меди нормируются на уровне, соответственно, 23.0; 6.0 и 3.0 мг/кг. ПДК для кислоторастворимых форм свинца и кадмия в почвах составляют, соответственно, 32.0 и 2.0 мг/кг.

Во всех исследованных пробах донных отложений и шламов установлено, что содержание водорастворимых форм цинка колеблется в интервале от 0.1 до 0.3 мг/кг, свинца от 0 до 0.3 мг/кг, меди до 0.2 мг/кг, кадмия до 0.1 мг/кг.

Полученные результаты позволили предположить, что в исследованных пробах донных отложений тяжелые халькофильные металлы находятся в связанных формах (вероятно в виде труднорастворимых в воде сульфидов). Это предположение получило подтверждение при определении кислоторастворимых (КР) форм свинца и кадмия. В исследованных пробах донных отложений содержания КР форм свинца в ряде случаев превышали ПДК (36–61 мг/кг), а в случае кадмия превышение ПДК зафиксировано во всех проанализированных пробах (5.0–13.5 мг/кг). Требуется дополнительной проверки установленный нами факт практического отсутствия мышьяка и ртути в изученных пробах донных отложений. Хотя предельно допустимое содержание нефтепродуктов в донных отложениях не нормируется, из полученных данных следует, что содержание НП в исследованных пробах колеблется в широких пределах от 100 до 1000 мг/кг (от 0.01% до 0.1%). И хотя в пробах морской воды превышения ПДК для нефтепродуктов

не выявлено, содержание НП в пробах донных отложений свидетельствует о значительном загрязнении шельфовой части Черноморского побережья. Для подтверждения полученных результатов и определения фракционного состава нефтепродуктов использовали метод газожидкостной хроматографии с пламенно-ионизационным детектором. Полученные хроматограммы были типичными для смеси углеводородов нефтяного типа. Основной пик неразделившейся смеси НП выходит в интервале температур колонки от 150 до 240°C, т. е. расположен между пиками n-алканов с числом атомов от C18 до C25.

Данные, приведенные в табл.4, указывают на загрязнение донных отложений акваторий черноморских портов не только нефтепродуктами, но и фенолами.

Следует отметить, что фенол и его производные (например, хлорфенолы) значительно отличаются по силе токсического воздействия. Неприятный запах ощущается в мясе рыб даже при концентрации дихлорфенола в воде 0.005 мг/л, о-хлорфенола – 0.015 мг/л, м-хлорфенола – 0.0075 мг/л, п-хлорфенола – 0.05 мг/л, летальная концентрация пентахлорфенола для рыб составляет 0.2–0.6 мг/л. В связи с этим в России и в Украине нормируется ПДК хлорфенолов в поверхностных водах, а Евросоюз относит их к списку приоритетных загрязнителей природной среды. Для селективной оценки загрязнения объектов окружающей среды хлорфенолами на уровне 0.1–1 мкг/л рекомендованы методы газожидкостной хроматографии с пламенно-ионизационным и электрозахватным детекторами, а также ВЭЖХ с УФ- и амперометрическим детектором.

Методом ВЭЖХ с амперометрическим детектором на жидкостном хроматографе «Цвет-Яуза» нами в исследованных пробах донных отложений идентифицированы пики многоатомных фенолов (резорцина и гидрохинона), а также пики фенола, крезолов и гваякола. Пики монохлорфенолов, 2,4-дихлорфенола, 2,4,6-трихлорфенола на хроматограммах отсутствовали.

Химический анализ объектов окружающей среды относится к сфере аналитического контроля, в процессе которого устанавливают соответствие полученных данных о содержаниях загрязняющих веществ их предельно допустимым концентрациям. Необходимо констатировать, что в настоящее время в Украине отсутствуют утвержденные на государственном уровне нормативы (ПДК) содержаний неорганических и органических токсикантов в донных отложениях. Тем не менее, Черноморским центром по дампингу и ЧерноморНИИ проектом предложена классификация донных отложений по степени их загрязнения, представленная в таблице 5.

Хотя приведенные в таблице 5 цифры нельзя считать величинами ПДК, эти данные могут быть использованы для сопоставления с результатами химико-аналитических исследований проб донных отложений и заключений экологического характера. На основании полученных нами данных о содержаниях в пробах донных отложений нефтепродуктов, фенолов, общего железа, меди, цинка можно грунты акваторий черноморских портов охарактеризовать как загрязненные и сильно загрязненные.

Существенно, что высокие содержания ряда токсикантов в донных отложениях из районов портов северного Причерноморья были установлены еще в 2000 г. сотрудниками УНЦЭМ. В частности, были определены содержания нефтепродуктов (мг/кг): 40 (Южный), 78 (Ильичевск), 384 (Одесса). В донных отложениях Одесского порта общее содержание свинца составляло 42.5 мг/кг, меди 43.6 мг/кг, цинка 108 мг/кг. Прежде всего необходимо отметить удовлетворительное согласование результатов, полученных в разных лабораториях в разные годы. Кроме того, эти данные позволяют констатировать многолетний и стабильный уровень загрязнения донных отложений в

черноморских портах.

Таблица 5 – Классификация грунтов дноуглубления Азово-Черноморского бассейна по степени их загрязненности

Показатель, мг/кг	Классы				
	А	I	II	III	IV
Кадмий	Менее 1.0	1-2	2-3	3-5	Более 5
Ртуть	Менее 0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.5	Более 0.5
Свинец	Менее 10	10-20	20-100	100-200	Более 200
Цинк	Менее 60	60-80	80-150	150-400	Более 400
Медь	Менее 30	30-50	50-100	100-250	Более 250
Мышьяк	Менее 5.0	5-6	6-8	8-10	Более 10
Нефтепродукты	Менее 100	100-200	200-300	300-1000	Более 1000
Фенолы	Менее 1.0	1-1.5	1.5-2.0	2.0-3.0	Более 3.0

Класс А – природно-чистый грунт, класс I – условно чистый грунт, не являющийся опасным; класс II – умеренно-загрязненный и загрязненный грунт, класс III – сильно загрязненный грунт; класс IV – токсичный грунт.

Выводы.

На основании проведенных исследований можно сделать некоторые выводы, как экологического, так и химико-аналитического характера.

1. В морских водах из акваторий портов северного Причерноморья содержание нормируемых компонентов не превышает их предельно-допустимые концентрации.
2. Донные отложения из районов портов Одессы, Херсона, Южного, Рени, Ильичевска по содержанию кислоторастворимых форм кадмия и свинца, фенолов и нефтепродуктов можно охарактеризовать как загрязненные.
3. Целесообразно продолжить химико-аналитические исследования объектов морской среды из экологически чистых и антропогенно нагруженных районов Черного моря.
4. Вместо методики ИК-спектроскопического определения обобщенного показателя «нефтепродукты» необходимо разработать более чувствительный и доступный способ.

Список литературы

1. Науково-експедиційна діяльність наукового центру екології моря у 1990 році та оцінка сучасного стану Чорного та Азовського морів (огляд). – Одеса, 2000. – Вип. 5. – С.20-24.
2. Науково-експедиційна діяльність українського наукового центру екології моря у 2000 році та оцінка сучасного стану Чорного та Азовського морів (огляд). – Одеса, 2001. – Вип. 6. – С.19-20.
3. Денга Ю.М., Хапченко Л.Н., Цымбалюк К.К. Химическое загрязнение района филлофорного поля Зернова // Экологічні проблеми Чорного моря: Зб. наук. статей – Одеса, «ІНВАЦ», 2007. – С.402-406.
4. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам // Энциклопедический справочник. – М.: НПО Альтернатива, 1995. – 618 с.
5. Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. – М.: Протектор, 2001. – 304 с.
6. Якість вимірювання складу та властивостей об'єктів довкілля та джерел їх забруднення. – Київ, Мінекобезпеки, 1997. – 662 с.
7. Руководство по химическому анализу морских вод. РД 52.10.243-92. Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 1993. – 264 с.
8. Новикова Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов. Под ред. А.П. Шицковой. М.: Медицина, 1990. – 400 с.
9. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 447 с.

10. Методические указания по определению загрязняющих веществ в морских донных отложениях №43. Под ред. С.Г. Орадовского. – М.: Гидрометеоздат, 1979. – 38 с.
11. Другов Ю.С., Родин А.А. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды и почвы. Практическое руководство. – Санкт-Петербург, Теза, 1999. – 622 с.
12. Стандартные образцы растворов ионов металлов, неметаллов и органических токсикантов. - Вып.1, 2002. – Одесса: Латстар, 2002. – 48 с.

Про забруднення об'єктів морського середовища в портах північного Причорномор'я. Андріанов А.М., Ковальчук Т.М., Маліновський Є.К., Недоступ О.В., Безлуцька І.В., Чеботарська І.І., Антонович В.П.

За результатами хіміко-аналітичних досліджень об'єктів морського середовища акваторій деяких чорноморських портів встановлено, що у водах вміст нормованих компонентів-токсикантів не перевищує їх гранично допущених концентрацій, а відповідні донні відкладення суттєво забруднені сполуками кадмію, плюмбуму, фенолами, нафтопродуктами.

Ключові слова: морська вода, донні відкладення, порти Чорного моря, забруднення.

On the marine environment pollution in the North Black Sea ports. Andrianov A., Kovalchuk T., Malinovsky E., Nedostup O., Bezlutskaya I., Chebotarskaya I., Antonovich V.

In result of chemical-analytical research it has been established that content of normalized components-toxicants in water some of Black Sea ports is not higher than their maximum permissible concentration but corresponding ground sediments are highly polluted by cadmium, lead, phenols and oil products.

Keywords: sea water, ground sediments, the Black Sea ports, pollutions.