

Н.М. Дайнеко¹, С.Ф. Тимофеев¹, О.В. Лукаш²

¹ДУ «Гомельський державний університет ім. Ф. Скорини», Республіка Білорусь

²Чернігівський національний педагогічний університет ім. Т.Г. Шевченка, Україна

НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ І ЦЕЗІЮ-137 ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНОЮ РОСЛИННІСТЮ ЗАПЛАВИ Р. ДНІПРО БРАГІНСЬКОГО РАЙОНУ ГОМЕЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Через 26 років після Чорнобильської катастрофи у досліджуваних пробах води та ґрунту за вмістом важких металів та цезію-137 не виявлено перевищення нормативів. Лише у двох рослинних зразках із 48 виявлено перевищення вмісту цезію-137 у 1,7 та 1,4 раза від норми (370 Бк/кг). Основними забруднювачами води, ґрунтів та рослин є Mn, Zn, Cd, Cu, Ni.

Ключові слова: прибережно-водна рослинність, важкі метали, цезій-137, заплава, р. Дніпро

N.M. Daineko¹, S.F. Tymofeyev¹, A.V. Lukash²

¹Homel Francis Skaryna State University, Belarus

²Chernihiv Taras Shevchenko National Pedagogical University, Ukraine

ACCUMULATION OF HEAVY METALS AND CESIUM-137 BY COASTAL AND AQUATIC VEGETATION OF THE DNIEPER RIVER FLOODPLAIN IN BRAGINSKY DISTRICT, GOMEL REGION

26 years after the accident at the Chernobyl Nuclear Power Station there was detected no excess of heavy metals and Cs-137 contamination level standards in water and soil samples under study. Only 2 out of 48 plant samples accumulated Cs-137 and exceeded the 370 Bk/kg standard by 1,7 and 1,4 times. Mn, Zn, Cd, Cu, Ni turned out to be the main pollutants of water, soil and plants.

Key words: riverine vegetation, heavy metals, Cs-137, flood-lands, river Dnieper

Рекомендує до друку

Надійшла 25.01.2013

Н.М. Дробик

УДК 546.56+577.4

С.Е. ДЯТЛОВ, А.В. КОШЕЛЕВ, А.Г. ПЕТРОСЯН, Е.А. ПАВЛОВА, Л.Ю. СЕКУНДЯК

Одесский филиал Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины

ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65125, Украина

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОЛИГОНА «ОДЕССКИЙ РЕГИОН СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ»

Проведена оцінка ступені забруднення морських поверхневих і придонних вод з допомогою індекса забрудненості вод (ІЗВ), трофічного індекса (TRIX), а також токсичності водних екстрактів донних відкладень полігона «Одеський регіон північно-західної частини Чорного моря».

Ключевые слова: Черное море, вода, донные отложения, интегральная оценка качества

Комплексные екологічні дослідження на морському полігоні «Одеський регіон СЗЧМ» (ОР СЗЧМ) ведуться з 1988 г. по теперешнє час в рамках фундаментальних і прикладних досліджень Одеського філіалу ІнБЮМ НАН України. Полігон охоплює акваторію площею около 2685 км² в прибережній зоні моря (рис. 1).

Основні результати досліджень на полігоні «ОР СЗЧМ» були опубліковані раніше [2, 4].

Целью данной работы – оценка качества морской воды и донных отложений полигона ОР СЗЧМ по интегральным показателям.

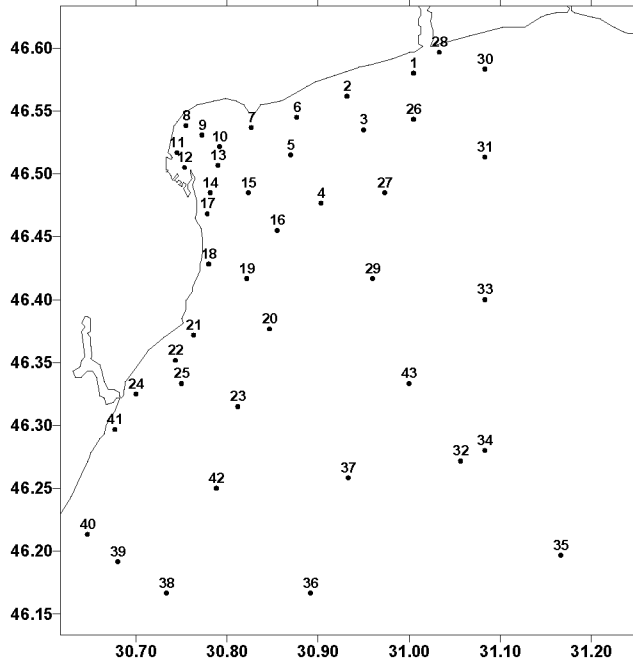


Рис. 1. Карта полигона «ОР СЗЧМ»

Материал и методы исследований

Для интегральной оценки качества воды и донных отложений были выбраны: индекс загрязнения воды (ИЗВ) [3], индекс трофического статуса TRIX [7, 8] и токсичность донных отложений [2]. ИЗВ рассчитывали по формуле:

$$ИЗВ = \frac{\sum \frac{C}{ПДК}}{4},$$

где: С – концентрация меди (мкг/дм³), цинка (мкг/дм³), нефтепродуктов (мг/дм³), растворенного в воде кислорода (мг/дм³), ПДК (мг О₂/дм³) и их предельно-допустимые концентрации по рыбохозяйственным нормам.

В зависимости от значений ИЗВ приняты классы качества воды (табл. 1):

Таблица 1

Классы качества морских вод по ИЗВ

Класс качества воды	Текстовая характеристика качества воды	Величина ИЗВ
I	очень чистая	до 0,25
II	чистая	0,26–0,75
III	умеренно загрязненная	0,76–1,25
IV	загрязненная	1,26–1,75
V	грязная	1,76–3,00
VI	очень грязная	3,01–5,00
VII	чрезвычайно грязная	более 5

Оценка трофического статуса морских вод и его пространственного распределения осуществлялись с помощью индекса эвтрофирования (TRIX), который определяли как функцию определенных показателей (содержание растворенного в воде кислорода, общего азота, общего фосфора и суммы хлорофилла «а»), и позволяет судить о биомассе фитопланктона, выраженный через углерод [8]:

$$\text{TROPIC INDEX} = (\log [\text{Ch aD \%O P}_t \text{N}_{\text{min}}] - [-1,5]) / 1,2,$$

где : Ch*a, – сумма хлорофилла «а», мкг/дм³; D%O – отклонение в абсолютных величинах растворенного в воде кислорода от 100 % насыщения; P_t – общий фосфор, мкг/дм³; N_{min} – сумма минеральных форм азота, мкг/дм³.

Класс качества воды в зависимости от значения TRIX представлен в таблице 2.

Таблица 2

Класс качества воды в зависимости от TRIX

Значения TRIX	Уровень трофности
< 4	низкий трофический уровень
4–5	средний трофический уровень
5–6	высокий трофический уровень
6–10	очень высокий трофический уровень

Для оценки острой токсичности донных отложений использовали [1], в качестве тест-объекта – *Nitocra spinipes* Boeck (Naupacticoida: Copepoda). В хронических экспериментах использовали эвригалинную коловратку *Brachionus plicatilis* Mӓller (Rotatoria). В качестве критерия хронической токсичности использовали коэффициент нарушения репродукции [5]:

$$K_{HP} = 1 - \frac{F_T}{F_K},$$

где: F_T – средняя плодовитость на одну самку в исследуемой пробе; F_K – средняя плодовитость на одну самку в контроле.

Водные экстракты донных отложений готовили согласно методике [6].

В зависимости от степени нарушения репродукции K_{HP} изменяется в диапазоне от 0 (при отсутствии значимого влияния на воспроизводство) до 1 (при полном угнетении репродуктивной активности). Установленные коэффициенты нарушения репродукции позволяют ранжировать по классам токсичности в соответствии с 10-ти бальной шкалой (табл. 3).

Таблица 3

Шкала токсичности по показателю нарушения репродукции

Балл	Значение K _{HP}	Класс токсичности
I	0,0 – 0,1	Не токсично
II	0,1 – 0,2	Слабо токсично
III	0,2 – 0,3	
IV	0,3 – 0,4	Умеренно токсично
V	0,4 – 0,5	
VI	0,6 – 0,7	Токсично
VII	0,7 – 0,8	
VIII	0,8 – 0,9	Сильнотоксично
IX	0,9 – 1,0	
X	1,0	

Результаты исследований и их обсуждение

Пространственное распределение индекса ИЗВ представлено на рис. 2.

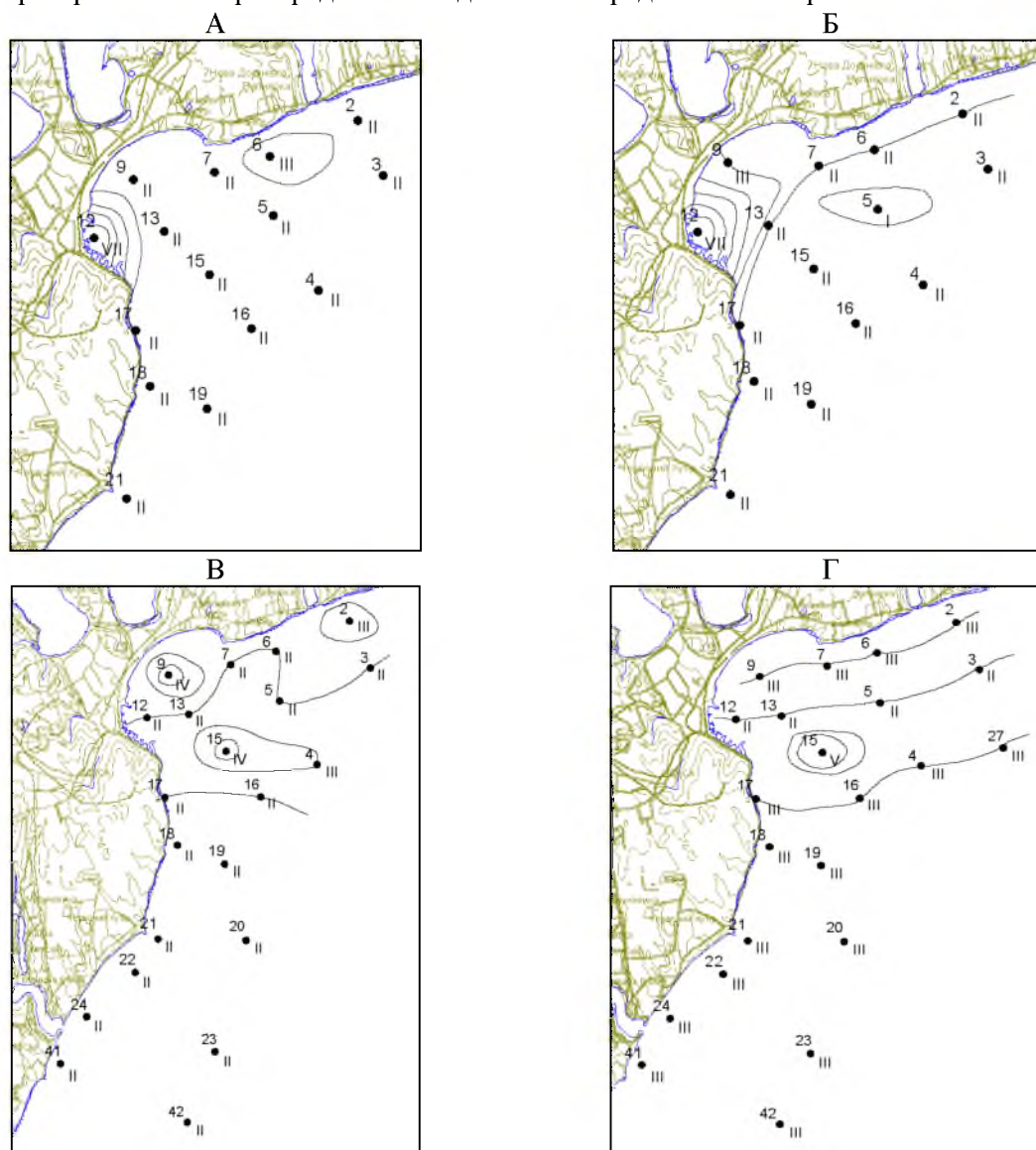


Рис. 2. Характер распределения индекса ИЗВ в морской воде полигона «Одесский регион СЗЧМ»

Примечания: А – в поверхностный горизонт, 2009 г., Б – придонный горизонт, 2009 г., В – поверхностный горизонт, 2010 г., Г – придонный горизонт, 2010 г. 20 – станции отбора проб

В 2009 г. среднее значение балла ИЗВ составило 2,00 в поверхностном горизонте и 2,30 в придонном, а в 2010 г. – 2,25 и 2,90 соответственно. Высокое значение индекса ИЗВ в 2010 г. в придонном горизонте объясняется тем, что после ливня в морской воде начался процесс седиментации тяжелых металлов за счет привнесения большого количества взвешенного вещества с ливневыми водами.

Пространственное распределение индекса ТРИХ за весь период исследований в придонном горизонте приведено на рис. 3.

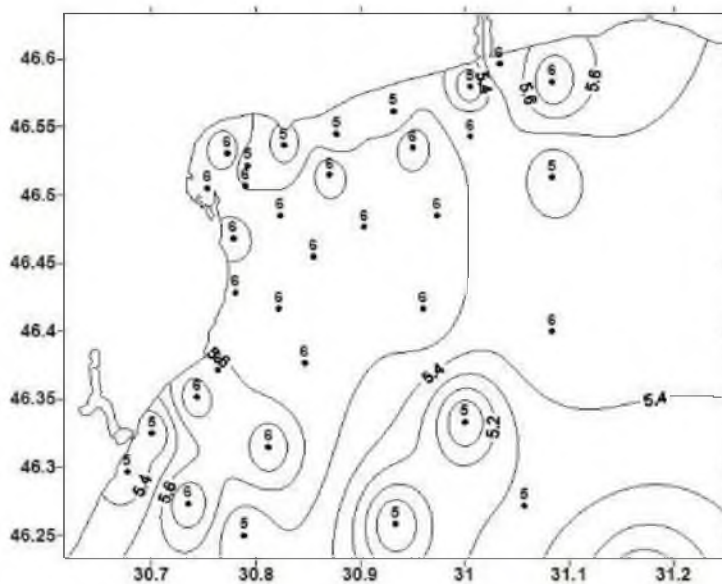


Рис. 3. Распределение среднего значения индекса TRIX в придонном горизонте на полигоне «Одесский регион СЗЧМ» за период 1992–2010 гг.

Как видно из данных на рис. 3, значения индекса TRIX колебались от 5 до 6, что соответствует высокому трофическому уровню. На трофность воды в этом районе моря оказывают влияние сточные воды СБО «Северная» и «Южная» г. Одессы, сбросы ливневых и дренажных вод. Кроме того, в район Одессы течения приносят часть стока Днепра и Ю. Буга. Содержание биогенных веществ в большинстве случаев выше в придонном горизонте.

На рис. 4 отображено распределение коэффициента нарушения репродукции *N. spinipes* по результатам съемок 2005–2010 гг.

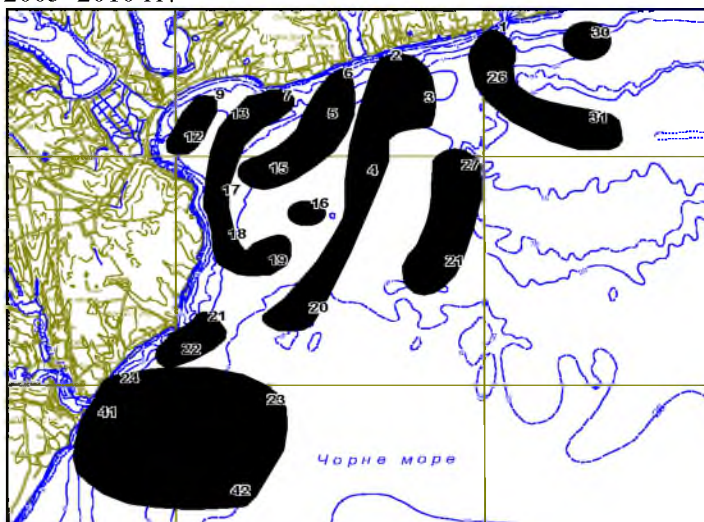


Рис. 4. Пространственное распределение токсичности водных экстрактов донных отложений по результатам съемок 2005–2010 гг.

В соответствии с полученными данными по схеме ранжирования балла хронической токсичности ни разу не отмечено превышение 5-ти баллов. Максимальное значение балла хронической токсичности (IV), что соответствует K_{np} 0,3– 0,4 отмечено на двух станциях полигона: 16 и 30. Пробы донных отложений на этих станциях относятся к умеренно токсичным. Нетоксичными были пробы на станциях 1, 7, 13, 17–19, 23, 26, 31, 41–42, на которых нарушение репродукции не превышал значения 0,1. К классу слабо токсичных, для которых K_{np} колебался в диапазоне 0,1 – 0,2 оказались пробы со станций 6, 15, 21–22, 27, 29. К

тому же класу, но с большим значением K_{np} 0,2–0,3, что соответствует III балу, отнесены пробы со станций №: 2–4, 9, 12, 20.

Полученные результаты указывают на то, что наиболее значимые значения коэффициента нарушения репродукции, отмечены на станциях, расположенных непосредственно в Одесском заливе и в районе рейдовой стоянки Одесского морского порта. Следует отметить, что по сравнению с 90-ми годами (рис. 5) токсичность донных отложений уменьшилась, из класса сильно токсичных перешли к классу слабо и умеренно токсичных. Кроме того, распределение класса токсичности на полигоне принял мозаичный характер.

На рис. 5 отмечены акватории, на которых в середине 90-тых годов регистрировалась острая токсичность. При этом наиболее критическими были акватории, расположенные вблизи морских портов: Одесского, Ильичевского и Южного.

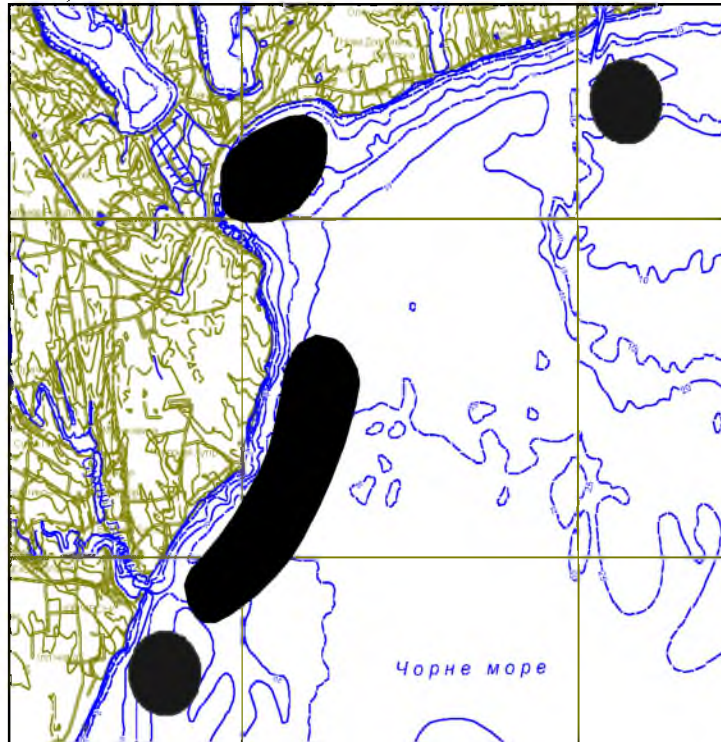


Рис. 5. Пространственное распределение токсичности водных экстрактов донных отложений в начале 1990-х гг. (по [2])

Выводы

1. Индекс ИЗВ является четким индикатором изменения уровня антропогенного загрязнения водных экосистем.
 2. Индекс ТRІХ показал, что в Одесском регионе сохраняется высокий трофический уровень (от 5 до 6 баллов), что объясняется наличием крупных источников эвтрофирования, как автохтонного, так и аллохтонного характера.
 3. Токсичность донных отложений снизилась по сравнению с началом 90-х гг. XX ст. и в настоящее время носит мозаичный характер.
1. *ДСТУ 4168-2003. Якість води. Визначання гострої летальної токсичності на морських ракоподібних (Crustacea) (ISO 14669:1999, MOD).* – Київ : Держстандарт України, 2004. – 20 с.
 2. *Дятлов С. Е. Экспериментальная оценка качества прибрежных вод и донных отложений методами биотестирования / С. Е. Дятлов, А.Г. Петросян, И.В. Ходаков [и др.] // Исследование экосистемы Черного моря : Сб. научных трудов УкрНЦЭМ. – 1994. – Вып. 1. – С. 141–148.*
 3. *Методические рекомендации по формализованной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям.* – М. : Госкомгидромет СССР, 1988. – 8 с.
 4. *Северо-западная часть Черного моря : Биология и экология.* – Киев : Наукова думка, 2006. – 701 с.

5. Чалова И. В. Использование биотеста на *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg в экотоксикологических исследованиях / И. В. Чалова // Физиология и токсикология пресноводных животных. Сб. стат. – Рыбинск : Изд-во ОАО «Рыбинский дом печати», 2007. – С. 252–268.
6. Щербань Э. П. Методика получения водных вытяжек из донных отложений для их биотестирования / Э. П. Щербань, О. М. Арсан, Т. Н. Шаповал [и др.] // Гидробиол. журн. – 1994. – Т. 30, № 4. – С. 100–111.
7. Giovanardi F. Trophic conditions of marine coastal waters: experience in applying the Trophic Index TRIX to two areas of the Adriatic and Tyrrhenian seas / F. Giovanardi, R. A. Vollenweider // J. Limnol. – 2004. – Vol. 63 (2). – P. 199–218.
8. Vollenweider R.A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a trophic scale: Turbidity and generalized water index / R.A. Vollenweider, F. Giovanardi, G. Vontanari, A. Rinaldi // Environmetrix. – 1998. – № 9. – P. 329–357.

С.Є. Дятлов, О.В. Кошелев, А.Г. Петросян, О.А. Павлова, Л.Ю. Секундяк

Одеська філія Інституту біології південних морів ім. О.О. Корвалевського НАН України

**ИНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ І ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ПОЛІГОНУ
“ОДЕСЬКИЙ РЕГІОН ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ”**

Здійснено оцінку ступеня забруднення морських поверхневих і придонних вод за допомогою індексу забрудненості вод (ІЗВ), трофічного індексу (TRIX), а також токсичності водних екстрактів донних відкладень полігону «Одеський регіон північно-західної частини Чорного моря».

Ключові слова: Чорне море, вода, донні відкладення, інтегральна оцінка якості

S.Ye. Dyatlov, O.V. Koshelev, A.G. Petrosyan, O.A. Pavlova, L.Yu. Sekundyak

Odessa Branch of the Institute of Biology of the Southern Seas of the National Academy of Sciences

**WATER QUALITY AND BOTTOM SEDIMENTS INTEGRATED ASSESSMENT OF THE
POLYGON "ODESSA REGION OF THE NORTHWESTERN PART OF THE BLACK SEA"**

There has been made an assessment of the surface and bottom waters pollution degree by means of the water pollution index (WPI), the trophic index (TRIX), as well as the assessment of the bottom sediments water extracts toxicity of the polygon “Odessa Region of the Northwestern Part of the Black Sea”.

Key words: the Black Sea, water, bottom sediments, an integrated quality assessment

Рекомендує до друку

В.В. Грубінко

Надійшла 15.02.2013