

О.Г.Моисеенко, С.К.Коновалов, Н.А.Орехова

Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь

**ИНДЕКСЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА БУХТ
В ОБЩЕЙ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИБРЕЖНОЙ СРЕДОЙ
В ЦЕЛЯХ ЕЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
НА ПРИМЕРЕ Б.СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)**

Для определения уровня загрязнения Севастопольской бухты была применена методика оценки экологического состояния акваторий с помощью индекса загрязнения *Pollution Load Index (PLI)*. Индекс позволяет производить оценку качества среды по десятибалльной шкале от 1 до 10 – от очень загрязненного водного бассейна до практически незагрязненного. С помощью *PLI* был установлен экологический статус Севастопольской бухты, осуществлено ее районирование и сравнение с рядом европейских бухт и эстуариев и австралийским эстуарием.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *индексы оценки экологического фактора, прибрежная среда, Севастопольская бухта.*

Согласно «Стратегии экономического и социального развития Автономной Республики Крым на 2011 – 2020 годы» создание социально-экономической системы, гарантирующей экологическую безопасность и рациональное использование местного природно-ресурсного потенциала при устойчивом экономическом росте, является одной из приоритетных задач «Модернизационного» сценария: успешный Крым в успешной Украине.

Для решения этой задачи наличие интегрированной и объективной информации по экологическому состоянию территорий – одно из необходимых условий. Основной достопримечательностью Крыма, его экономическим, туристическим, рекреационным и бальнеологическим ресурсом была и остается побережье Черного и Азовского морей, поэтому научно-исследовательские продукты, отражающие её статус и динамику изменений под воздействием антропогенной нагрузки, чрезвычайно важны для принятия стратегических решений в области интегрированного управления прибрежной средой и Крымом в целом.

Зона сопряжения суши и моря испытывает суммарную антропогенную нагрузку береговых источников: муниципального хозяйства, наземного транспорта, промышленности, туристической и рекреационной индустрии, и источников загрязнения непосредственно связанных с морем: морского транспорта, портового хозяйства, судостроительного и судоремонтного производств. Это приводит к деградации прибрежных экосистем, а во многих регионах побережья – к кризисному экологическому и санитарно-эпидемиологическому состоянию окружающей среды. Оценка уровня загрязнения акватории и определение ее экологического статуса представляет большой интерес, так как позволяет не только определить степень отклонения от естественно-природного состояния природного объекта, но и выявить приоритетные направления природоохранных, административных и социаль-

ных мер по уменьшению воздействия хозяйственной деятельности человека на прибрежные экосистемы.

Загрязнение бухт, заливов и гаваней диктует необходимость вести разработку мероприятий по их охране и требует научного методологического подхода к оценке экологического состояния акваторий, которая должна быть понятной для широкого круга специалистов, занимающихся проблемами устойчивого эколого-экономического развития прибрежных акваторий, от которых зависит принятие конкретных решений и мер по стабилизации и улучшению их состояния.

Морские донные отложения, являясь конечным пунктом миграции вещества, объективно отражают процессы основных природных циклов водной экосистемы, степень и глубину их трансформации, а так же рассматриваются как накопители загрязнения.

В [1] для оценки экологического состояния бухт и эстуариев была предложена относительная величина концентрации загрязняющих веществ в донных отложениях – *Pollution Load Index (PLI)*, индекс уровня загрязнения, который позволяет производить оценку качества среды по десятибалльной шкале. Низкий уровень ($PLI \leq 1$) соответствует очень загрязненному эстуарию, высокий уровень ($PLI = 10$) – практически незагрязненному водному бассейну. Предпосылкой для применения в исследовательской работе этой методики, являются накопленные знания об эстуарных экосистемах и ожидаемых откликах биоценозов на различные виды загрязнения [1].

Целью данной работы явилось определение уровня загрязнения Севастопольской бухты с помощью *PLI*, исследование интенсивности загрязнения различных районов бухты, выделение очагов экологического риска.

Используемая в данной работе методика [1] позволяет рассчитать интенсивность химического загрязнения донных осадков бухт и эстуариев по ниже приведенной формуле:

$$PLI_{indiv}^i = 10^{(1-[Conc_i-B]/[T-B])},$$

где *PLI* – индекс уровня загрязнения; $Conc_i$ – концентрация элемента (мг/г) в донных отложениях; *B* – базовая концентрация (мг/г), характерная для донных отложений незагрязненной зоны; *T* – пороговая концентрация элемента (мг/г) в донных отложениях, приводящая к гибели биоты.

Реальная концентрация загрязняющего вещества может значительно превышать пороговые концентрации. В этом случае значение PLI_{indiv}^i будет ниже 1, что будет указывать на «чрезмерное» загрязнение объекта по данному элементу не совместимое с биологической жизнью. Чтобы сделать оценку суммарного влияния различных загрязняющих веществ в каждой точке и в целом в бухте были вычислены PLI_{site} (среднее геометрическое PLI_{indiv}^i для каждого элемента на одной станции) и $PLI_{estuary}$ (среднее геометрическое всех PLI_{site} в пределах эстуария) [1, 2].

Использование среднего геометрического для вычисления PLI_{site} и $PLI_{estuary}$ позволяет учесть локальные загрязнения и превышение концентраций всего лишь одного из ряда загрязняющих веществ в интегральной по пространству и совокупности загрязнителей оценке эстуария.

Значения базовых и пороговых концентраций загрязняющих веществ, использованные для расчета PLI во всех рассмотренных в настоящей работе акваториях, приведены в [2].

На основе, имеющихся данных о содержании наиболее распространенных загрязнителей, таких как Cd , Cr , Zn , Pb , Cu и повышенного содержания $C_{опр}$, P и N в донных отложениях, были рассчитаны значения PLI_{indiv}^i , PLI_{site} и $PLI_{estuary}$.

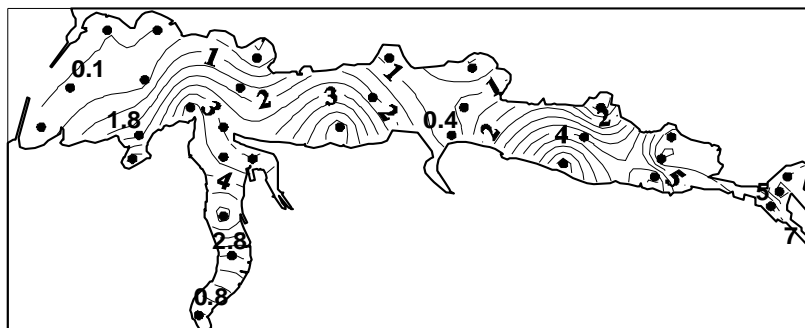
Значения PLI_{indiv}^i ниже 1,0 были определены для N , Cd , Cr и Zn , с концентрациями 3800 мг/г сухого веса ($PLI_{indiv}^N = 0,24$), 3 мкг/г ($PLI_{indiv}^{Cd} = 0,02$), 107 мкг/г ($PLI_{indiv}^{Cr} = 0,05$), 114 мкг/г ($PLI_{indiv}^{Zn} = 0,66$) соответственно.

Ряд концентраций диссипирующих загрязнителей ($C_{опр}$, P и N) характеризуется меньшим разбросом абсолютных значений, чем ряд концентраций консервативных загрязняющих веществ (Cd , Cr , Zn , Pb , Cu), и его можно представить следующим образом $PLI_{indiv}^P > PLI_{indiv}^{C_{опр}} > PLI_{indiv}^N$. Величины PLI_{indiv}^i тяжелых металлов ниже величин $PLI_{indiv}^i C_{опр}$, P и N видимо в силу того, что последние подвержены трансформации, в то время как первые имеют тенденцию к накоплению. Уровни загрязнения тяжелыми металлами довольно сильно различаются, поскольку они зависят, прежде всего, от вида и мощности локального техногенного прессинга.

Рассчитанные с использованием величин PLI_{indiv}^i , значения PLI_{site} в Севастопольской бухте изменялись в пределах от $6 \cdot 10^{-4}$ до 7,6 (рис.1), на основе которых было осуществлено районирование акватории и выделены четыре провинции. Восточная зона является умеренно загрязненной ($PLI = 5,8$), центральная и южная ($PLI = 1,7$ и $2,6$ соответственно) – сильно загрязненными, и западная зона – чрезвычайно загрязненной ($PLI = 0,1$) (рис.2).

Выводы. 1. Используя значения PLI_{site} для Севастопольской бухты, был рассчитан индекс $PLI_{estuary}$, который составил 2,94. Это позволило сравнить состояние бухты с ирландскими и французскими эстуариями, для которых $PLI_{estuary} = 0,00 - 3,37$, за исключением залива Вейс ($PLI_{estuary} = 7,37$) [2].

2. Обсуждаемые в статье индексы имеют ряд достоинств для неспециалистов в области химии моря, так как представляет собой удобную оценочную шкалу, которой можно руководствоваться, принимая стратегические решения по менеджменту эстуариев.



Р и с . 1 . Распределение индексов уровня загрязнений (PLI_{site}) для поверхностного слоя (0 – 5 см) донных осадков Севастопольской бухты.

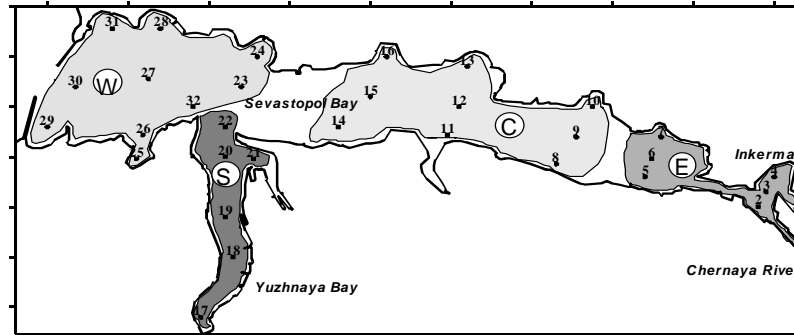


Рис. 2. Расположение районов умеренного (E), сильного (C, S) и чрезвычайно загрязнения (W).

Работа была выполнена при поддержке международного проекта ЕС 7th FP Area ENV.2009.2.2.1.4: Integrated Coastal Zone Management (2010 – 2013, PEGASO, # 244170), Collaborative large-scale integrating project: People for Ecosystem based Governance in Assessing Sustainable development of Ocean and coast (PEGASO).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wilson J.G., Jeffrey D.W. Europe-wide indices for monitoring estuarine quality // Biological Indication of Pollution.– Ireland, Dublin: Richardson, DHS (Ed), 1987.– P.225-242.
2. Wilson J.G., Elkaïm B.A. Comparison of the pollution status of twelve Irish and French estuaries / Estuaries and coasts: spatial and temporal inter comparisons. ECSA 19 Symposium, 1991.– P.47-59.
3. Романов А.С., Орехова Н.А., Игнатъева О.Г., Коновалов С.К., Овсяный Е.И. Влияние физико-химических характеристик донных осадков на распределение микроэлементов на примере бухт Севастополя (Черное море) // Экология моря.– 2007.– вып.73.– С.85-90.

Материал поступил в редакцию 13.06.2013 г.

АНОТАЦІЯ Для визначення рівня забруднення Севастопольської бухти була застосована методика оцінки екологічного стану акваторій за допомогою індексу забруднення Pollution Load Index (PLI). Індекс дозволяє робити оцінку якості довкілля за десятибальною шкалою від 1 до 10 – від дуже забрудненого водного басейну до практично незабрудненого. Завдяки PLI був встановлений екологічний статус Севастопольської бухти, здійснене її районування та порівняння з рядом інших європейських бухт та естуаріїв, а також австралійським естуарієм.

ABSTRACT For the definition of level pollution of Sevastopol bay we used the technique of assessment ecological condition waters by dint of Pollution Load Index (PLI). Index is helping with evaluation quality of ecosystem from 1 to 10 – from the most polluted to the least polluted surroundings. PLI helped to establish Eco status Sevastopolskaya bay, implement zoning and comparison with other European bays and estuaries and also with Australian estuaries.