

## СОСТОЯНИЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ ОЗ. ДОНУЗЛАВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

О.А. Петренко, Л.К. Себах,  
С.С. Жугайло

Южный научно-исследовательский  
институт морского рыбного хозяйства  
и океанографии (ЮгНИРО)  
г. Керчь, ул. Свердлова, 2  
E-mail: yugniro@kerch.com.ua

*Представлены результаты мониторинговых исследований уровня загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами воды и донных отложений оз. Донузлав в условиях антропогенной деятельности. Дано сравнение уровня загрязненности природных вод с действующими предельно-допустимыми концентрациями (ПДК) для воды рыбохозяйственных водоемов, донных отложений – с геохимическим фоном (ГХФ). Показаны временные тенденции загрязнения морской среды тяжелыми металлами, и компонентами нефти. Дана комплексная оценка морской среды с позиции ее пригодности для нормальной жизнедеятельности промысловых гидробионтов и их кормовой базы.*

**Введение.** Озеро Донузлав – уникальный полузакрытый морской залив с площадью водного зеркала 47,5 кв. км, расположенный у западного побережья Крыма.

Защищенность озера от ветров всех направлений, стабильные океанографические условия, высокая трофность вод, продуктивность мейо- и макробентоса, а также наличие естественных популяций моллюсков (мидий) и рыб (кефали, камбала-глосса, бычки) делают водоем весьма перспективным для развития марикультуры.

Побережье оз. Донузлав может быть использовано для развития рекреационного сектора и туризма.

После ликвидации базы Черноморского флота основным антропогенным фактором для экосистемы оз. Донузлав является промышленная добыча строительного песка, которая осуществляется с 1963 г. Евпаторийским морским торговым портом. С 1994 г. добычу песка на северо-западном участке месторождения ведет строительное Управление Черноморского флота – а с 2003 г. также ООО «СэндИнтерМарин» и ЗАО «Южная Инвестиционная Компания».

Годовой объем добычи строительного песка всеми указанными организациями не превышал 950 тыс. м<sup>3</sup>.

Техническая граница карьерного поля расположена вне границ 500-метровой охранной зоны побережья, что исключает влияние горных разработок на устойчивость береговой линии и сохранность пляжей.

Согласно плану горных работ система разработки месторождения транспортная: при глубинах до 15 м – гидромеханизованная с поперечной сплошной уступной разработкой пласта плавучей рефулерной баржей грузоподъемностью 1000 т без предварительного рыхления. На добычных работах при глубинах более 15 м планируется применение плавкрана с двухканатным двустворчатым грейфером объемом 4-5 м<sup>3</sup>.

**Материал и методика.** Для оценки уровня загрязнения воды и донных отложений оз. Донузлав наиболее токсичными для гидробионтов веществами производился отбор проб воды и донных отложений, в которых определялось содержание тяжелых металлов (ртуть, медь, свинец, кадмий, хром), нефтепродуктов (нелетучие углеводороды, смолы и асфальтены).

Химический анализ проб воды и донных отложений выполнялся в Лаборатории охраны морских экосистем ЮгНИРО (свидетельство об аттестации в системе Госстандарта Украины № РЕ 78/2007 от 03 августа 2007 г.) с применением метрологически аттестованных методик и аналитического оборудования, прошедшего метрологическую аккредитацию в Крымском государственном центре метрологии, стандартизации и сертификации.

**Обсуждение результатов.** Специализированные исследования ЮгНИРО по оценке влияния способа разработки месторождения песка показали, что в процессе рефулирования негативное воздействие добычи песка на состояние экосистемы оз. Донузлав заключается, в первую очередь, в механическом разрушении донного сообщества. Следствием этого является прямое уничтожение донных организмов, заиление донных сообществ на сопредельных акваториях в результате переосаждения взвеси, т. к. пульпа, сливаемая в процессе рефулирования, содержит до 12,8 % взвеси, которая распространяется вокруг

рефулерной баржи в радиусе до 400 м. По данным специалистов ИнБЮМа им. Ковалевского это является причиной сокращения нагульных площадей для кефалей в среднем на 7-8 га в год, а также снижения видового разнообразия и количества донных (в том числе кормовых для рыб) организмов. Вторым негативным фактором воздействия добычных работ на экосистему оз. Донузлав является вторичное загрязнение водных масс в процессе производства работ вследствие десорбции депонированных в донных отложениях загрязняющих веществ и перехода их в водную среду (вторичное загрязнение).

При грейферном способе разработки месторождения пространственное распределение взвешенных веществ определялось преобладающим в период съемки направлением ветра. Максимальные их концентрации в поверхностном горизонте фиксировались непосредственно у плавкрана. В придонном горизонте наибольшее содержание взвеси фиксировалось на расстоянии 70 м от работающего плавкрана. Максимальный радиус распространения взвеси не превысил 100 м от работающих механизмов.

Из определяемых тяжелых металлов концентрации мышьяка, меди, свинца и кадмия в водной среде южной части оз. Донузлав не превышали предельно допустимых величин для воды рыбохозяйственных водоемов [1]. В донных отложениях содержание всех определяемых тяжелых металлов не превышало величин геохимического фона [2].

Среднее содержание ртути в поверхностном горизонте района разрабатываемого месторождения песка за рассматриваемый период изменялось в пределах 0,01–0,21 мкг/л, в придонном – 0,01–0,23 мкг/л. Максимальное загрязнение водной среды ртутью отмечалось в мае 2000 г. – среднее содержание ее в поверхностном горизонте составило 2,1 ПДК, в придонном – 2,3 ПДК. В последующие годы отмечена тенденция снижения концентраций ртути в водной толще до 0,01 мкг/л, однако в сентябре 2008 г. средняя концентрация ртути увеличилась до 0,16 и 0,15 мкг/л (1,5–1,6 ПДК), соответственно, в поверхностном и придонном горизонтах.

В донных отложениях с мая 2000 по ноябрь 2005 гг. среднее содержание ртути фиксировалось на уровне 0,01–0,02 мкг/г

сухого веса. В июне 2006 г. и сентябре 2008 г. отмечено существенное повышение ее содержания (соответственно, в 2 и 3,5 раза) (рисунок 1).

Среднее содержание мышьяка в поверхностном горизонте за рассматриваемый период изменялось в пределах 0,09–0,26 и 0,07–0,23 мкг/л, соответственно, в поверхностном и придонном горизонтах. Наибольшее содержание мышьяка отмечалось в мае 2004 г. и апреле 2005 г. В последующие годы содержание мышьяка в водной среде снизилось более чем в 2 раза.

В донных отложениях среднее содержание мышьяка варьировало от 1,96 до 7,75 мкг/г сух. веса. Наибольшие значения отмечены в мае 2000 и июне 2005 гг.

Средние концентрации меди изменялись от 0,74 до 4,00 и 0,67–4,21 мкг/л, соответственно, в воде поверхностного и придонного горизонтов. При этом содержание меди в донных отложениях незначительно снизилось за счет вымывания ее из поверхностного слоя донных осадков. Максимальное содержание ее отмечено в октябре 2007 г. В 2008 г. концентрации меди снизились повсеместно.

Максимальные концентрации свинца и кадмия в водной среде значительно ниже ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов (5 и 10 мкг/л, соответственно) и не превышают, соответственно, 1,70 и 0,12 мкг/л.

Среднее содержание хрома в воде поверхностного горизонта изменялось в пределах 0,32–6,81, придонного – 0,29–0,87 мкг/л. Максимальное содержание хрома в водной среде (6,86 мкг/л), и в донных отложениях отмечено в 2004 г., что может быть обусловлено дополнительным поступлением данного металла в прибрежную зону со сточными водами.

Каким бы слабым не было загрязнение нефтью, оно приобретает экономическую значимость, когда морепродукты приобретают привкус нефти. Пагубное влияние нефтепродуктов, аккумулированных в донных отложениях, отражается на состоянии донных биоценозов. Установлено, что чувствительные организмы реагируют на нефть даже при содержании 1 мг нефти или 1 мкг водорастворимых компонентов в 1 л морской воды. В зависимости от концентрации токсикантов будет наблюдаться либо острое их токсическое действие, либо

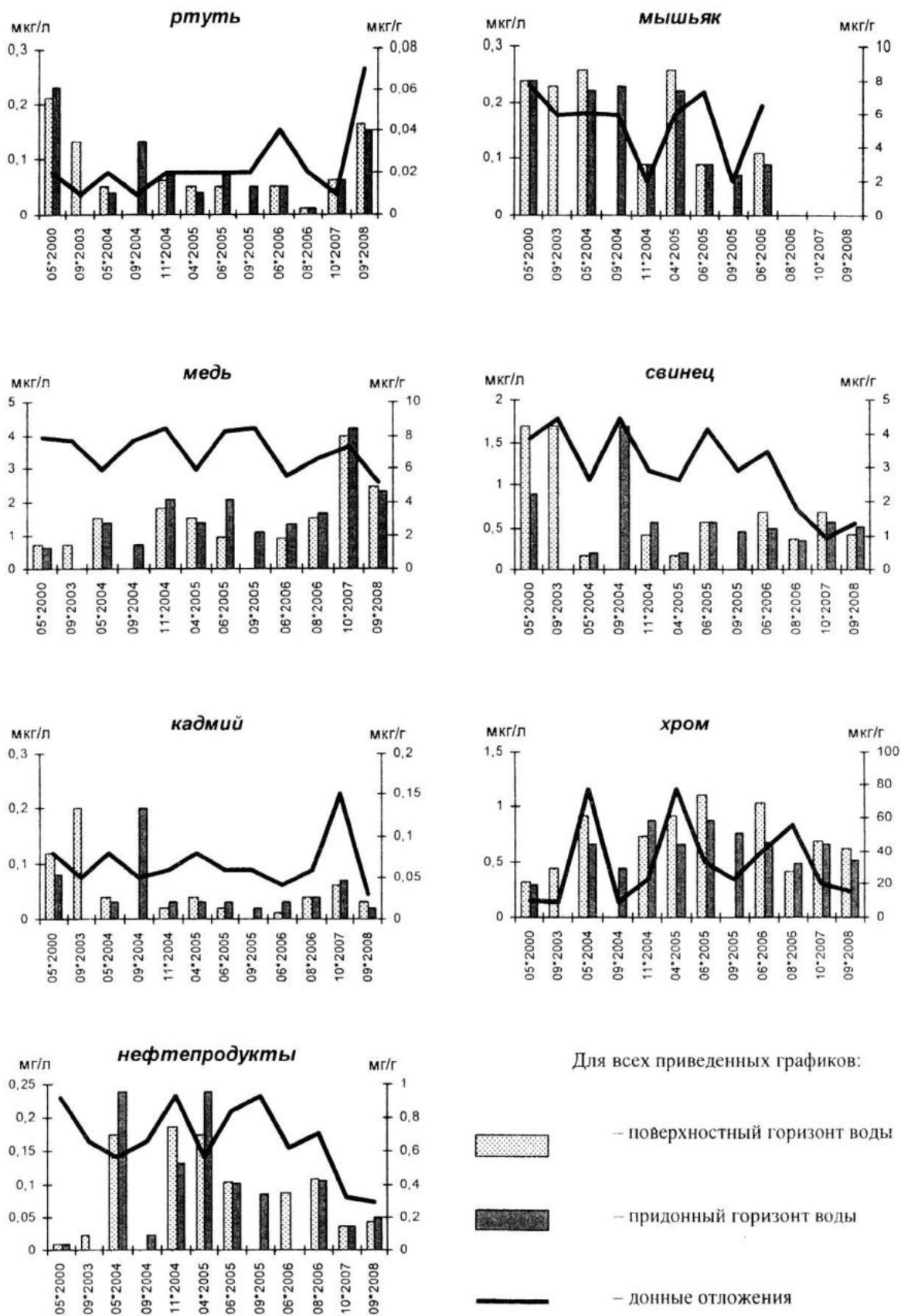


Рисунок 1 – Многолетняя динамика содержания тяжелых металлов и нефтепродуктов в воде и донных отложениях акватории оз. Донузлав

хроническое. При остром токсическом воздействии животные погибают. Обычный результат хронического загрязнения состоит в сокращении видов растений и животных, которое часто уравнивается увеличением численности наиболее стойких видов [3].

Концентрация нефтепродуктов в поверхностном слое воды изменялась в пределах 0,01–0,17 мг/л, придонном – 0,02–0,24 мг/л и на большей части исследуемой акватории превышала ПДК (0,05 мг/л).

Среднее содержание нефтепродуктов в донных отложениях составило 0,30–0,93 мг/г сухого вещества. Большая часть исследуемой акватории по уровню загрязнения донных отложений нефтепродуктами относится ко второму уровню, при котором не происходит видимой деградации биоценозов [4].

Источниками поступления нефтепродуктов в морскую среду в данном случае являются как внешние антропогенные факторы (работающие плавучие средства, поступление нефтепродуктов со сточными водами и привнос с сопредельных акваторий), так и вторичное загрязнение водной среды нефтепродуктами в процессе работ.

Анализ межгодовой динамики загрязнения воды и донных отложений оз. Донузлав указанными выше токсикантами за период 2000–2008 гг. позволил сделать следующие обобщения.

В целом за рассматриваемый период (за исключением 2008 г.) для распределения ртути характерна тенденция снижения ее средних концентраций в воде при повышении в донных отложениях.

Межгодовая динамика содержания мышьяка, кадмия, свинца в морской среде исследуемого района характеризуется тенденцией снижения их среднего содержания как в воде, так и в донных отложениях. При этом необходимо отметить, что максимальные концентрации указанных элементов в воде значительно ниже ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов (5 и 10 мкг/л, соответственно).

Для меди и хрома характерна тенденция роста их средних концентраций в водной толще при одновременном снижении в донных отложениях.

Динамика содержания нефтепродуктов в районе добычи песка характеризуется тенденцией снижения их средних концен-

траций как в водной среде, так и в донных отложениях, что свидетельствует о том, что процессы самоочищения донных осадков достаточно интенсивны, в результате чего создалась относительно удовлетворительная экологическая ситуация.

**Заключение.** Промышленная добыча песка, осуществляемая в южной части оз. Донузлав в объеме около 950 тыс. м<sup>3</sup> в год, не привела к существенному ухудшению химико-токсикологической обстановки в водоеме.

Негативное воздействие добычи песка проявилось в повышении уровня загрязнения водной среды медью и хромом, донных отложений – ртутью. Отмечено стабильное снижение содержания мышьяка, кадмия и свинца, как в водной среде, так и в донных отложениях

Установлено, что разработка грунтов приводит к образованию отрицательных техногенных форм – существенно меняется рельеф дна озера, что может стать причиной возникновения зон с дефицитом кислорода. В этой связи по завершению годового объема работ необходимо проведение промеров для выявления участков дна, подлежащих рекультивации.

В качестве охранных мер, осуществляемых с целью снижения негативного воздействия добычи песка на состояние биологических ресурсов оз. Донузлав необходимо сохранить ограничение объема добычи песка до двух барж в сутки, установленное КрымАзчеррыбводоом на период миграции кефалевых в оз. Донузлав (регламентируется переходом температуры воды, соответственно, через +12 °С весной и +14 °С – осенью) и в нерестовый период.

## Литература

1. Перечень ПДК и ОБУВ вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М.: Минрыбхоз. 1992.
2. Митропольский А.Ю., Безбородов А.А., Овсяный Е.И. Геохимия Черного моря. – К.: Наукова думка. 1982. – 142 с.
3. А. Нельсон-Смит. Нефть и экология моря. М.: Прогресс. 1977. – 298 с.
4. Миронов О.Г., Миловидова Н.Ю., Кирюхина Л.Н. О предельно допустимых концентрациях нефтепродуктов в донных осадках Черного моря // Гидробиологический журнал, т. 22, № 6. 1986. – С. 76–78.