

УДК 502.64(477.75)

**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ
СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ
ЛАНДШАФТЫ ОЗЕРА ДОНУЗЛАВ**

Тихоненкова Е.Г. Иванютин Н. М.

Геологическая среда и геохимические субаквальные ландшафты озера Донузлав претерпели ряд изменений под воздействием антропогенной деятельности. Это выражается в пространственном изменении видов субаквальных геохимических ландшафтов и загрязнении их тяжелыми металлами 1 и 2 классов опасности.

Ключевые слова: донные осадки, ландшафты, экологическое состояние, Донузлав

Озеро Донузлав расположено в западной части Крымского полуострова у самого берега Черного моря и по своему географическому положению входит в Тарханкутскую группу минеральных озер [1]. Озеро находится в зоне аккумулятивно-денудационных слабо расчлененных равнин, где развиты южно-степные причерноморские ландшафты типчаково-ковыльных и луговых степей. В этом районе преобладает семейство каменистых степей на щебнистых малогумусных карбонатных грунтах и тощих черноземах, сформировавшихся на отложениях известняков. В узкой приморской полосе наблюдается семейство галофитов с примесью соленосных польней и злаков на темно-каштановых грунтах и солонцах.

Берега и ложе озера сложены породами неогенового отдела - известняками слоистой текстуры с прослойями глин, мергелей и песков. Берега Донузлава к северо-востоку от приустьевого расширения обрывисты, высота их достигает 2 метров. Повсеместно распространена береговая абразия. Высота клифа колеблется от 0,5 до 3-4 метров. Пляжи практически отсутствуют, достигая ширины 1 м, а в заливах – иногда 6-7 м.

По своему генезису озеро относится к водоемам морского происхождения, и образовалось от затопления морем устья прибрежной балки, с последующим отшнуровыванием её от моря пересыпью. Опускание прибрежной суши повторялось неоднократно, последнее из них произошло не более 5 тысяч лет назад в новоэвксинское время. После отделения заливов от Черного моря пересыпями и превращения их в озера, началось понижение их уровня за счет испарения морской воды и, в следствии, увеличение солености.

От Черного моря озеро отделено пересыпью длиной около 12 км и шириной от 300 до 1000 м. Озеро Донузлав отчетливо отличается от других соляных озер Крыма по своим очертаниям и геоморфологии дна, что, видимо, и явилось одной из причин прокладки канала через пересыпь и строительства в его бассейне портов. Оно имеет резко удлиненную форму и напоминает многоводную степную реку. Длина его от пересыпи на юге до северо-восточного окончания составляет 30 км, ширина – около 4 км. Котловина озера, как с восточного, так и с западного берегов имеет подводные

ТИХОНЕНКОВА Е.Г. ИВАНЮТИН Н. М.

слабо наклоненные продольные террасы до глубины 5-6 м. От этой глубины дно круто обрывается на 12-15м. По сравнению с другими озерами Крыма глубина его наибольшая. В центральной части ложа проходит глубоководная (до 25-28 м) котловина, послужившая впоследствии вместе с подводным каналом фарватером для кораблей Черноморского флота, базировавшихся в порту «Донузлав», и подходом к грузовому порту «Евпатория».

Такие специфические особенности Донузлава, как резко удлиненная форма, большая глубина, незаполненность иловыми отложениями Н.С. Курнаков с коллегами [1] объясняют двумя причинами. Во-первых, сравнительно недавней затопленностью котловины водой, частыми прорывами морской воды сквозь пересыпь, составом пород слагающих берега, не дающих достаточно материала для формирования иловых отложений. Кроме того, они полагают, что котловина озера представляет собой размытую трещину поперечного сдвига.

После соединения озера с Черным морем каналом (1961) уровень и соленость воды в нем сравнялись с морскими показателями. Лишь в северо-восточной оконечности наблюдается уменьшение солености из-за подтока пресных подземных и поверхностных вод. Экосистемы озера также претерпели изменения и характеризуются широким видовым разнообразием, включая морские, солоноватоводные и пресноводные организмы.

Субаквальные геохимические виды ландшафтов представлены песками, илами и известняками. Пески, в основном, разнозернистые, с примесью различного количества пелитового материала. Основной составляющей песков являются пелитоморфный кальцит, дробленая ракуша, известняки, в заметных количествах присутствуют кварц, гидрогетит. Илы - распространяются в мелководных заливах и в наиболее глубоководной части озера. На свале глубин центральной части котловины встречаются выходы твердых известковых пород в виде плит и россыпей обломков. У юго-восточного берега осадки буровато – серые неотсортированные, сложены материалом различной размерности. Это песчано-алевритовые отложения с глыбами известняка размером до 20-50 см. Обломки неокатанные и слабо окатанные, в составе их преобладают известняки, имеется примесь углистых сланцев и ракушки. Мощность осадка небольшая – 5-10 см. У северо-западного берега в зоне уреза более распространены песчаные отложения с отдельными глыбами известняков.

Антропогенная нагрузка на береговую зону озера Донузлав неравномерная, прерывистая, юго-восточный берег более освоен, чем северо-западный.

Наиболее крупными техногенными объектами на юго-восточном берегу и в акватории озера являются порт - «Донузлав» и Евпаторийский грузовой порт с их инфраструктурой, входной подводный канал, соединяющий озеро Донузлав с Черным морем, а также карьер по добыче песка. Карьер расположен в приусадебной, наиболее широкой части озера и разделен глубоководным фарватером на два участка – северо-западный и юго-восточный. Площадь его составляет около 7,5% акватории лимана. Добыча песка в озере была начата в 1962 году и продолжается до настоящего времени. Вблизи этих предприятий прибрежная акватория интенсивно загрязнена техногенными и бытовыми отходами; к северо-востоку от порта «Донузлав» известковый щебнистый осадок имеет бурый цвет и запах нефтепродуктов. Кроме того, на этом побережье имеются населенные пункты,

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ...

птицефабрика, пионерлагерь, пункты лечения и отдыха. Наиболее крупными из них являются пгт. Мирный и Новоозерное. В последние годы сформировался новый вид антропогенной нагрузки - малоэтажная коттеджная застройка, которой охвачена практически вся южная донузлавская коса. Также ведется довольно активная эксплуатация асфальтированной автодороги между пгт. Мирный и пгт. Новоозерное и дороги на донузлавской пересыпи.

Северо-западный берег менее освоен. Здесь находятся объекты сельскохозяйственного комплекса и единичные базы отдыха. Вдоль берега проходят хорошо накатанные грунтовые дороги.

Функционирование перечисленных техногенных объектов сопровождается поступлением в акваторию ряда не свойственных природной среде компонентов, многие из которых являются вредными для экосистемы озера (таблица 1).

Таблица 1.

Характер изменения природных ландшафтов и геологической среды акватории озера Донузлав под воздействием антропогенной деятельности

Виды антропогенного воздействия на акваторию и береговую зону озера	Изменение геохимического и физического состояния природных ландшафтов и геологической среды
Подводная добыча песка способом рефулирования	1. Изменение пространственного расположения видов субаквальных геохимических ландшафтов и геоморфологии дна 2. Физическое уничтожение бентосных биоценозов 3. Загрязнение нефтепродуктами (НП) и тяжелыми металлами (ТМ)
Функционирование портов и их инфраструктуры	Загрязнение НП и вредными веществами перевалочных грузов
Дампинг загрязненных грунтов	НП, Pb, Cd, Hg, As
Судоходство	Загрязнение НП, химическими веществами – SO ₂ , CO, NO, NO ₂ , N ₂ O, NH ₄ , As, Pb, Cd, Ф, ПАВ
Наземный автотранспорт	1. Уничтожение или нарушение естественного состояния грунтов при строительстве и эксплуатации автодорог 2. Загрязнение автотранспортом растительности, почв, атмосферного воздуха Pb, Cd, Zn, Cu, Cr, Ni, V, Cl, CO, CO ₂ , SO ₂ , NO, НП
Селитебный комплекс (населенные пункты, компактная коттеджная застройка, пункты отдыха)	1. Уничтожение естественных ландшафтов и появление техногенных 2. Перемещение больших масс грунтов и изменение рельфа 3. Уничтожение или нарушение естественного состояния почвенного покрова 4. Загрязнение акватории хозяйственно – бытовыми водами, содержащими С, SO ₂ , CO, NH ₄ , N ₂ O, ПАВ, Ф, ТМ
Сельскохозяйственный комплекс (животноводство, виноградарство, садоводство)	1. Деңудация почвы, эрозия 2. Загрязнение ядохимикатами, пестицидами, фенолами, ТМ

Примечание. Сведения о загрязняющих веществах частично заимствованы [2].

Систематическое изучение донных осадков озера было начато геологами объединения «Крымгеология» Романенко В. М. и Черногором А. Т. в 80-е годы прошлого столетия в связи с поисковыми и геологоразведочными работами на строительные пески. Представительный объем данных (результаты спектрального

ТИХОНЕНКОВА Е.Г. ИВАНЮТИН Н. М.

анализа 487 проб) позволил рассчитать основные статистические показатели распределения микроэлементов в верхнем слое осадков по ряду тяжелых металлов (таблица 2).

Таблица 2.
Статистические характеристики распределения микроэлементов в донных
осадках
озера Донузлав в 80-е годы XX века

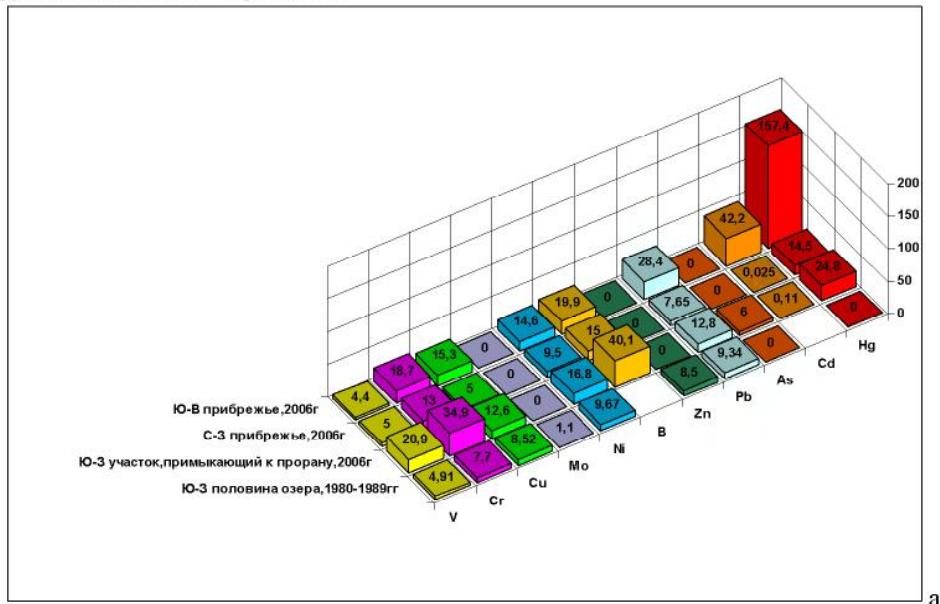
Элемент	Класс опасности	Содержание элемента, $\text{н} \cdot 10^{-6}\%$			Медиана, C_{Φ}	Стандартное отклонение, S	$C_{\Phi}+S$	$C_{\Phi}+1.5S$	$C_{\Phi}+2S$	$C_{\Phi}+3S$
		Среднее	Мини - мальное	Макси - мальное			$C_{\Phi}+S$	$C_{\Phi}+1.5S$	$C_{\Phi}+2S$	$C_{\Phi}+3S$
Pb	I	9,34	0,5	50	8	4,84	12,84	15,26	17,68	22,52
Zn	I	8,5	5	50	5	6,3	11,3	14,5	17,6	23,9
Ni	II	9,67	0,5	40	8	6,39	14,39	17,59	20,78	27,17
Mo	II	1,1	0,5	10	1	0,99	1,99	2,49	2,98	3,97
Cu	II	8,52	0,4	50	8	5,32	13,32	15,98	18,64	23,96
Cr	II	7,7	0,5	70	5	8,29	13,29	17,44	21,58	29,87
Ba	III	662	50	12000	500	790	1290	1685	2080	2870
V	III	4,91	0,5	35	3	5,37	8,37	11,06	13,74	19,11
Mn	III	1384	32	5000	1000	915	1915	2373	2830	3745
Sr	III	7012	50	25000	8000	3880	11880	13820	15760	19640
Ti		877	200	3500	700	498	1198	1446	1696	2194
Zr		45,3	5	200	50	34,3	84,3	101,4	118,6	152,9

Аномальных концентраций достигают большинство исследуемых элементов, в том числе ряд элементов 1 и 2 классов опасности: Pb, Zn, Cu, Ni, Cr, Mo. В расположении аномалий наблюдаются некоторые не всегда четко выраженные закономерности. Это приуроченность к участкам развития илов, тяготение к мелководью, заливам и прибрежным участкам. Например, аномалии свинца в донных осадках выявлены на глубинах менее 5 м. Наибольшее число аномалий приурочено к северо-западному приусьевому расширению озера. Имеются комплексные аномалии и моноэлементные. Преобладает ассоциация Cr, V, Ti, к которой могут присоединяться Ni, Zn или, наоборот, выпадать некоторые из названных элементов. Аномалии свинца, в основном, моноэлементные, небольших размеров, в единичных случаях – совместные с Zn и Cu. Концентрации приведенных в таблице тяжелых металлов не превышают допустимые за исключением свинца.

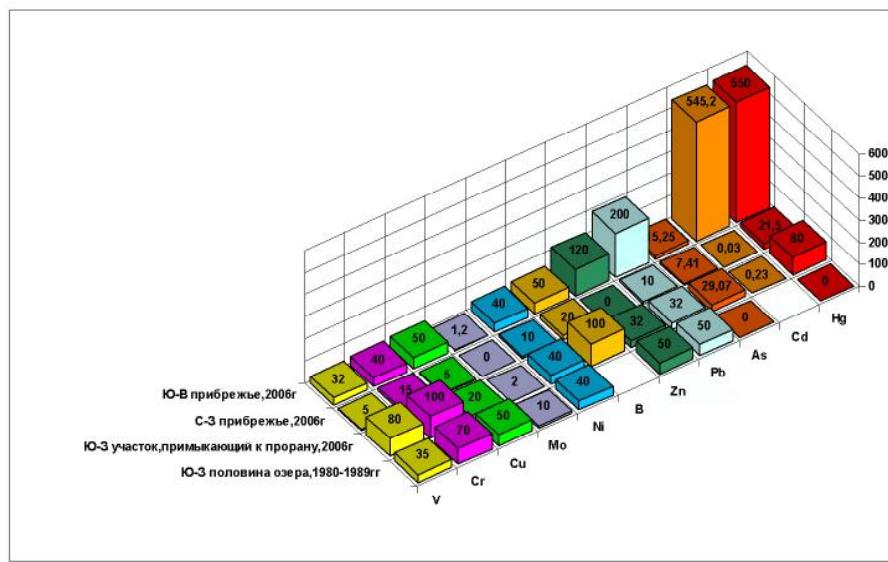
В 2006 году в связи с указом президента о создании портово-промышленного комплекса «Донузлав» на Южной прибрежной косе были проведены рекогносцировочные полевые и морские работы по установлению экологического состояния (ЭС) геологической среды (ГС) акватории озера Донузлав, основные результаты которых сведены на диаграммах (рисунок 1). Пространственно этими исследованиями была охвачена большая площадь озера, чем в 80-е годы – от юго-западной оконечности до пгт. Новоозерное и далее к северо-востоку на 5 км. Кроме

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ...

того, атомно-абсорбционным методом были выполнены анализы на элементы 1 группы опасности – Hg, As, Cd.



а



б

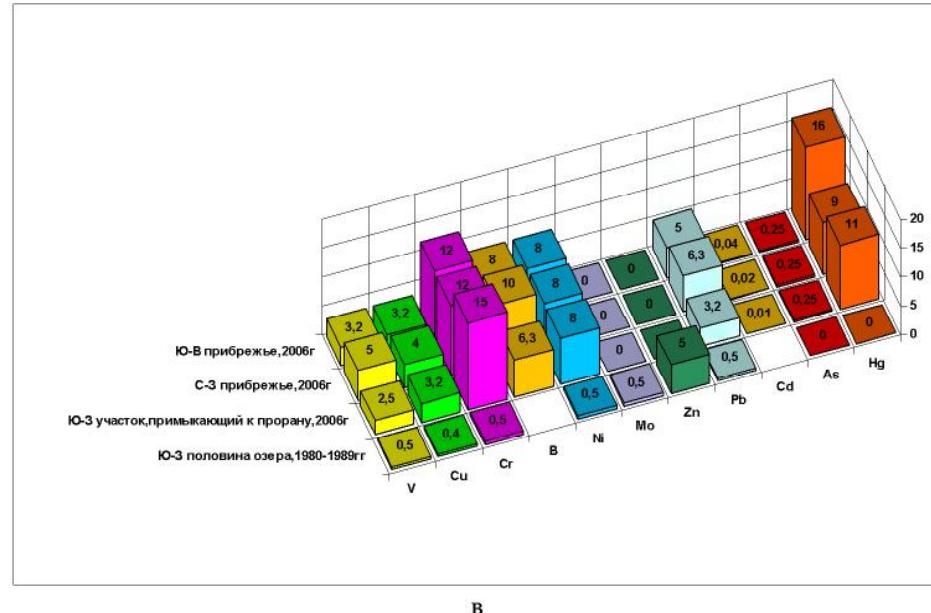


Рис. 1. Диаграммы распределения содержания тяжелых металлов в донных осадках озера Донузлав (мг/кг, Hg n $\times 10^{-7}$ %)

а – среднее содержание, б – максимальное содержание, в – минимальное содержание

0 – элемент не обнаружен, пустая площадка – анализ не производился

Распределение ТМ в современный период весьма неравномерное, что свидетельствует о локальных источниках поступления загрязняющих веществ. Загрязнение осадков юго-восточного берега более высокое, чем северо-западного. Аномалии образуют практически все исследованные элементы 1 и 2 класса опасности. У северо-западного берега преобладает аномальная ассоциация элементов – Cr, Ni. В северо-западном приусьтевом заливе она дополнена As, Zn, Cu, V, Ti. В юго-восточном прибрежье эта ассоциация дополняется Hg и Cd. Причем в некоторых заливах концентрация ртути превышает допустимые нормы. Наибольшей загрязненностью выделяется участок к северо-востоку от пгт. Новоозерное, у старых причалов. Здесь Hg, Cd, As, Zn, Pb достигают весьма высоких концентраций, создавая катастрофическую экологическую ситуацию. Также загрязнены, но в более низких количествах осадки восточного приусьтевого залива.

Морскими экспедиционными работами выявлено нарушение пространственного распределения субаквальных геохимических видов ландшафтов в приусьтевом расширении озера. В тех местах, где в 80-е годы прошлого века картировались пески, в настоящее время преобладают илистые осадки, в которых

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ...

илистая фракция (< 0,05 мм) составляет от 50 до 80%. Это может быть связано с отложением здесь тонкой фракции мутьевых потоков, образующихся при добывче песка способом рефулирования.

Таким образом, ландшафты и геологическая среда озера Донузлав претерпели ряд изменений под воздействием антропогенной деятельности. Это выражается в локальном изменении химического состава донных осадков, обогащении их тяжелыми металлами 1 и 2 классов опасности, а также в пространственном нарушении видов субаквальных геохимических ландшафтов.

Список литературы

1. Курнаков И. С., Кузнецов В. Г., Дзенс-Литовский А. И. и др. Соленые озера Крыма, Москва, 1936.–278 с.
2. Справочник по охране геологической среды. Т. 1. / Г. В. Войткевич, И. В. Голенов-Заволжский, В. И. Коробкин и др. - Ростов на-Дону: Феникс, 1996. – 448 с.

Тіхоненкова Е.Г., Іванютін Н. М. Вплив антропогенної діяльності на екологічний стан геологічного середовища та геохімічні ландшафти озера Донузлав.

Геологічне середовище і геохімічні субаквальні ландшафти озера Донузлав зазнали ряд змін під впливом антропогенної діяльності. Це виражається в просторовій зміні видів субаквальних геохімічних ландшафтів і забрудненні їх важкими металами 1 і 2 класів небезпеки.

Ключові слова: донні осідання, ландшафти, екологічний стан, Донузлав

Tikhonenkova E.G., Ivanyutin N. M. Influence of anthropogenic activity on the ecological state of geological environment and geochemical landscapes of the Donuzlav lake.

The geological environment and geochemical subaqueous landscapes of the Donuzlav lake have changed under the influence of the anthropogenic activity. This is expressed in the spatial change of types of subaqueous geochemical landscapes and contamination their heavy metals 1 and 2 classes of danger.

Keywords: ground sinking, landscapes, ecological condition, Donuzlav

Статья поступила в редакцию 25.07.2008 г