

А.А.Пасынков, Э.П.Тихоненков, Е.Г.Тихоненкова

*Крымское отделение Украинского государственного
геологоразведочного института, г.Симферополь*

**МЕТОДИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ АКВАТОРИИ ЧЕРНОГО МОРЯ
В РАЙОНЕ ДОНУЗЛАВСКОГО ЛИМАНА**

Приведенные данные относительно методики и технологии морских экспедиционных и камеральных работ в акватории озера Донузлав и прилегающей части Черного моря. Кратко приведенные результаты выполненных работ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *экологический мониторинг, донные осадки, абразия, модель рельефа дна, озеро Донузлав, Черное море.*

Комплексная методика эколого-геологических исследований геологической среды акватории Черного моря разработана с целью выполнения Указа Президента Украины от 23.09.05 г. № 1329/2005 «О мероприятиях по созданию Крымского морского транспортно-промышленного комплекса «Донузлав» и п.2 Постановления Кабинета Министров Украины от 22.08.05 г. № 789 «Об утверждении Концепции развития морского берега Крыма на 2006 – 2016 гг.».

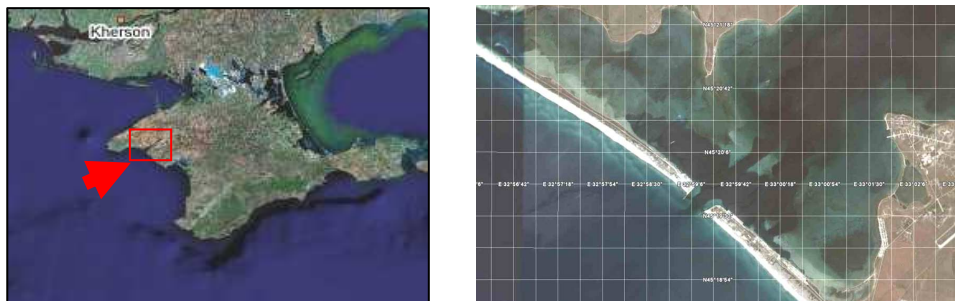
Постановка работ была связана с ухудшением экологической обстановки акватории озера Донузлав и прилегающей части Черного моря, а также с необходимостью установления причин активного размыва прибрежной зоны западного Крыма. В процессе работ необходимо было выяснить также потенциально возможную связь активизации абразионно-оползневых процессов на побережье и размывом пляжевых отложений западного побережья Крыма с разработкой Донузлавского месторождения морских песков. Предполагалось, что в результате исследований будут получены реальные данные о масштабах подводных карьерных разработок. Одной из задач исследований являлось также и изучение состояния фарватера подводного канала в связи с проектом строительства Донузлавского морского порта.

Таким образом, основными направлениями работ являлись эколого-геологические и литодинамические исследования.

Методически и технологически поставленные задачи решались при выполнении морских экспедиционных работ на судне БГК-1569; на мелководных участках работы производились на резиновой шлюпке «BRIG-6С». Морские работы включали: отбор проб донных осадков и морских вод; детальная съемка рельефа способом промера масштаба 1:50000 1:10000 с помощью гидроакустического профилирования и эхолотирования; гидробиологические исследования; полевые геологические исследования береговой зоны озера и Черного моря; камеральные работы; лабораторные исследования.

Материалы и методы. Отбор проб вод и донных осадков выполнялся по сети станций, равномерно размещенных по площади исследований (рис.1).

Пробы донных осадков отбирались с помощью драги и дночерпателя



Р и с . 1 . Положение района исследований.

«Океан». Пробы морской воды отбирались из поверхностного и придонного горизонтов с помощью «Шельфового измерительного комплекса» ШИК-03М, позволяющего отбирать пробы на заданной глубине. Прибор снабжен 6 батометрами объемом 1 л и позволяет непосредственно на борту судна определять температуру, соленость, содержание кислорода и сероводорода с непрерывной записью данных в компьютер. На борту судна определялись также концентрации нитритов и нитратов, а содержание основных поллютантов определялось затем в стационарной лаборатории КО УкрГГРИ.

Выполнена детальная съемка рельефа способом промера масштаба 1:50000 1:10000 с помощью гидроакустического профилирования и эхолотирования. Гидроакустическое профилирование выполнялось с целью прослеживания и изучения верхнего слоя геологического разреза глубиной до 10 – 15 м и производилось на основе профилографа *STRATABOX* Севастопольского филиала Госгидрографии Украины с непрерывной записью данных в компьютер. Координирование промеров осуществлялось по спутниковой радионавигационной системе *GPS* со среднеквадратической погрешностью 2,5 м.

Эхолотирование и изучение рельефа морского дна выполнялось с помощью судового эхолота *SIMRAD 400P*, позволяющего выполнять непрерывную регистрацию глубин морского дна с возможностью дальнейшей обработки полученных данных и построенных трехмерных моделей рельефа. По результатам компьютерной обработки данных эхолотных промеров и гидроакустического профилирования, была построена статическая модель рельефа морского дна района исследований.

Гидробиологические исследования выполнялись с целью изучения биологического разнообразия видового состава и количества бентосных организмов. К сожалению, в пределах озера Донузлав и в прилегающей акватории Черного моря живые организмы были встречены лишь в одной из 15 проб.

Полевые геологические исследования береговой зоны озера и Черного моря были проведены с целью оценки степени пораженности побережья абразионными процессами.

Лабораторные исследования включали в себя определение тяжелых металлов: ртути, мышьяка, кадмия, свинца, цинка и других элементов, а также нефтепродуктов (табл.).

По результатам исследований были установлены anomalно высокие концентрации ртути, мышьяка, кадмия, свинца, цинка и нефтепродуктов. Наиболее высокие концентрации загрязняющих веществ приурочены к по-

Т а б л и ц а . Распределение тяжелых и редких металлов в донных осадках оз.Донуз-

элемент	класс опасности	стандарт	фоновая концентрация элемента	1980 – 1989 гг.			2006 г.		
				юго-западная половина озера			юго-восточное побережье		
				n = 487			n = 13		
				C _{min}	C _{max}	C _{cp}	C _{min}	C _{max}	C _{cp}
As	I	5	1,4				< 0,25	15,23	–
Cd	I	1	0,12				0,04	545,2	42,2
Hg n×10 ⁻⁷ %	I	100	25				16	550	157,4
Pb	I	20	8	0,5	50	9,34	5	200	28,4
Zn	I	80	5	5	50	8,5	–	120^{x)}	
B	II						8	50	19,9
Co	II						–	10 ^{x)}	–
Ni	II	35	8	0,5	40	9,67	8	40	14,6
Mo	II		1	0,5	10	1,1	–	1,2^{x)}	–
Cu	II	35	8	0,4	50	8,52	3,2	50	15,3
Cr	II	100	5	0,5	70	7,7	12	40	18,7
Ba	III		500	50	12000	662	250	2000	588,5
V	III		3	0,5	35	4,91	3,2	32	4,4
Mn	III		1000	32	5000	1384	320	800	537
Sr	III		8000	50	25000	7012	500	1200	760,8
Ti			700	200	3500	877	200	1200	534
Zr			50	5	200	45,3	32	120	49,5
Sn							–	4	1,17
Ga							1	4	1,5
Y							–	25	14,5
Yb							–	1,5 ^{x)}	–
НП		100	96,5				6,66	5293	1030

Примечание: «–» – элемент не обнаружен; ^{x)} – элемент обнаружен в < 50 % проб; C_{min} – минимальная концентрация элемента; C_{cp} – среднее содержание элемента; превышает C_ф.

бережью, где расположена база военно-морского флота и пгт.Мирный.

Камеральная обработка данных промера выполнялась на основе ретроспективного анализа (сравнения) ранее полученных данных по рельефу морского дна (1999 – 2005 гг.). Использование материалов предыдущих исследований позволило также построить статические модели рельефа морского дна в районе озера и подводного канала (рис.2, 3).

Анализ полученной модели показал, что отбор песков уже проводится за контурами отведенного месторождения и истинные границы карьера выходят за пределы земельного отвода.

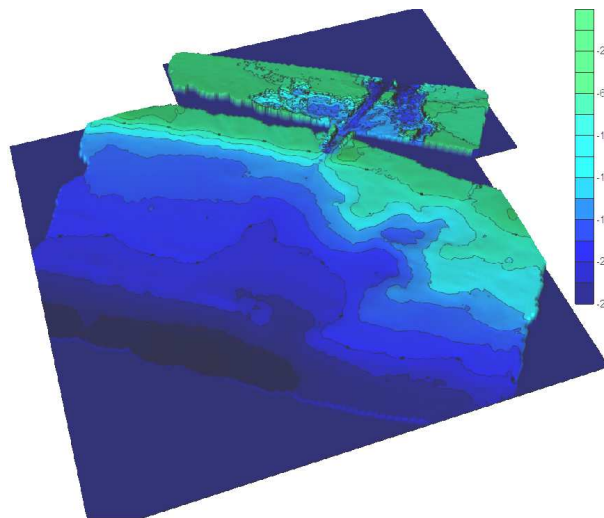
Интересные результаты были получены и при анализе ряда статических моделей рельефа входного канала в оз.Донузлав (рис.3), полученные по ряду

лав и прилегающей акватории Черного моря в различные периоды опробования (мг/кг).

2006 г.								
северо-западное побережье			юго-западный участок, примыкающий к прорану			Черное море вблизи оз.Донузлав		
n = 4			n = 10			n = 18		
C_{min}	C_{max}	C_{cp}	C_{min}	C_{max}	C_{cp}	C_{min}	C_{max}	C_{cp}
< 0,25	7,41	–	<0,25	29,07	6,0	<0,25	6,98	1,3
0,02	0,03	0,025	0,01	0,23	0,11	0,06	0,29	0,12
9	21,5	14,5	11	80	24,8	7	80	25,53
6,3	10	7,65	3,2	32	12,8	2,5	12	6,09
–	–	–	–	32	–	–	–	–
10	20	15	6,3	100	40,1	8	12	10,2
–	4 ^{x)}	–	–	12 ^{x)}	–	–	5 ^{x)}	–
8	10	9,5	8	40	16,8	8	12	9,58
–	–	–	–	2^{x)}	–	–	–	–
4	5	5	3,2	20	12,6	3,2	10	5,57
12	15	13	15	100	34,9	10	32	16,4
200	1500	538	200	1000	456	200	1200	279
5	5	5	2,5	80	20,9	2,5	5	3,49
500	500	500	320	1500	706	250	500	569
630	2500	1358	–	2000	1053	1000	1500	1190
200	320	273	150	3200	1410	200	500	294
–	40	35	32	250	110,4	40	63	40,7
–	3,2 ^{x)}	–	0,5	8	2,27	–	–	–
–	1	0,88	–	6,3	3,6	–	1,2	0,79
12	20	14,8	10	25	16,4	–	20	12,7
–	1 ^{x)}	–	–	2,5 ^{x)}	–	–	1,2 ^{x)}	–
< 10	41	–	52	773	238	11	402	88,3

C_{ϕ} – фоновая концентрация элемента; C_{max} – максимальная концентрация элемента; **5293** – концентрация элемента превышает стандарт; **20** – концентрация элемента

измерений 2003 – 2006 гг. Севернее и южнее судоходного канала к озеру Донузлав между изобатами 10 и 20 м отмечены три небольшие банки с малыми глубинами. В пределах песчаных отложений на удалении 100 – 200 м от уреза прослеживается несколько вдольбереговых валов высотой до 1,5 м, не отраженные на картах изобат. Образование их обусловлено современными литодинамическими процессами, а именно вдольбереговым и поперечным перемещением песчаного материала. Местоположение и высота валов постоянно меняется в цикле шторм – штиль. Зона фарватера подводного канала оказалась менее подверженной воздействию вдольбереговых процессов, из чего можно сделать вывод о том, что добыча песков не оказывает решающего влияния на литодинамические процессы, заиливание подводного канала, а также на процессы разрушения пляжных отложений западного берега Крыма.



Р и с . 2 . Статическая модель рельефа дна на внутреннем и рейдовом участках акватории оз.Донузлав за 2006 г.

В общем пологий рельеф затопленной морем части побережья за счет денудации и перераспределения терригенных осадков волнением и течениями превратился в еще более выположенный. Некоторые унаследованные его черты в виде гряд и ложбин явно проявляются

лишь у м.Урет и в форме м.Евпаторийский. Последний образован выступом Новоселовского поднятия и сложен консолидированными породами неогена. Благодаря его выдвинутости в море, угловая часть Каркинитского залива, включая Евпаторийскую бухту, превратилась в своеобразную ловушку морских наносов. Равномерно накапливаясь, они снивелировали небольшие формы палерельефа, образовав ровное песчаное дно. В несколько меньшей степени эти процессы проявились в северной части участка исследований, где в рельефе дна на мелководье сохранилась ложбина и небольшие валы.

Выполненные работы, а также анализ результатов предшественников, позволили сделать ряд выводов.

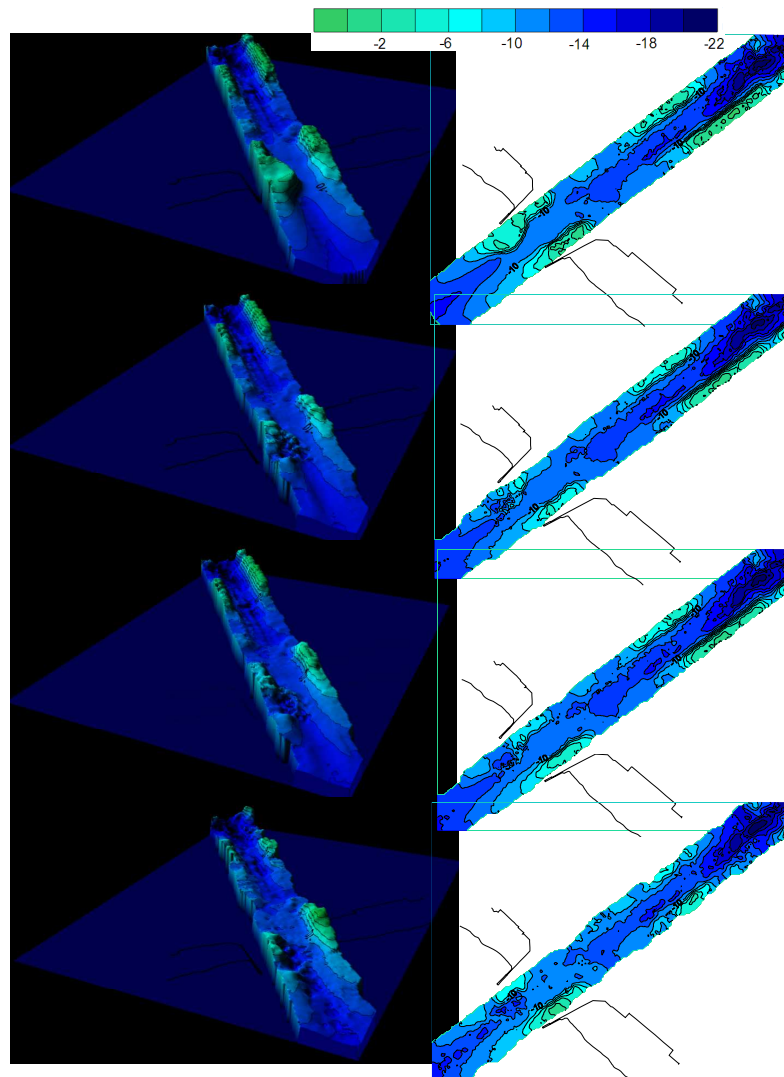
1. Береговая зона западного Крыма сложилась в результате гидрогенной переработки береговой поверхности рельефа. Динамика береговой зоны подвержена влиянию нескольких факторов: абразионно-обвальных, аккумулятивных и эоловых процессов; баланса наносов; волнового энергетического поля и вовлечения в гидрогенную переработку определенных горных пород.

2. Скорости абразии клифов зависят преимущественно от геологического строения, экспозиции береговой линии по отношению к направлению действия наиболее сильных штормов, а также от уклонов подводного склона, которыми регулируется ход разрушения волны при подходе к берегу. Наибольшей скоростью разрушения отличается низкий песчаный клиф на Евпаторийском выступе, что вместе с активным техногенным отбором песков в зоне Евпаторийской бухты и определило интенсивное разрушение пляжных отложений.

3. По данным Ю.Д.Шуйского скорости абразии клифов составляют в среднем от 0,9 до 2,6 м/год, скорости абразии бенчей 0,0116 – 0,0287 м³/(м год). С западного побережья Крыма в море сносится ≈ 1,78 млн. м³/год осадочного материала разного состава, из которых ≈ 300 тыс. м³/год (≈ 17 %) являются пляжеобразующими [1, 2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шуйский Ю.Д. Основные закономерности распределения наносов на подводном склоне Донузлавской пересыпи, Западный Крым // Экологічні проблеми Чорного моря.– 2002.– вип.4.– С.287-295.



Р и с . 3 . Статические модели рельефа дна входного канала оз.Донузлав (2003 – 2006 гг.).

2. Шуйський Ю.Д., Бертман Д.Я. Вдольберегові палеопотоки наносів та розвиток узбережжя Чорного моря між мисами Урет та Євпаторійським (Західний Крим) // Геологія узбережжя і дна Чорного та Азовського морів у межах УРСР.– вип.8.– Київ: Вища школа, 1975.– С.108-117.

Матеріал поступив в редакцію 21.11.2011 г.

АНОТАЦІЯ. Наведені дані щодо методики та технології морських експедиційних та камеральних робіт на акваторії озера Донузлав та прилеглої частини Чорного моря. Коротко наведені результати виконаних робіт.

ABSTRACT. The methodology and technology of marine expeditionary and scientist investigations on the Donuzlav Lake and adjoining part of the Black Sea are given. The results of the executed works are shortly resulted.