

МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЧИВОСТИ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ В РАЙОНЕ БАКАЛЬСКОЙ КОСЫ

Ю.Н. Горячкин

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: yngor@alpha.mhi.iuf.net

В статье обсуждаются вопросы мониторинга динамики береговой зоны северо-западного Крыма в районе Бакальской косы, выполняемого МГИ НАН Украины. Рассмотрен состав наблюдений, приведены предварительные результаты исследований.

В настоящее время, в связи с изменениями климатических условий, в частности с общим повышением уровнем Мирового океана и изменениями в атмосферной циркуляции наблюдается ускоренный процесс естественной абразии береговой линии Мирового океана, не является исключением и Черное море [1, 2]. Береговая зона моря и океанов является зоной стока энергии, поэтому естественно, что климатические изменения проявляются здесь в первую очередь. В пределах побережья Украины значительному размыву подвержены берега вблизи Одессы, берега западного Крыма в районе Евпатории, между мысом Лукулл и Севастополем и в некоторых других районах [3].

Отмелый абразионно-аккумулятивный берег Каркинитского залива, расположенный между Бакальской косой и Лебяжьими островами относится к числу самых неустойчивых, активно отступающих берегов Крыма. Западный участок этой береговой системы образует Бакальская коса (рисунок 1), ограничивающая Бакальскую бухту. Бакальская коса расположена в вершине Каркинитского залива Черного моря и представляет собой двойную аккумулятивную форму длиной около 8 км. Обе ее ветви своей корневой частью примыкают к интенсивно размываемому клифу (абразионному обрыву, сформированному действием прибоя). Между двумя ветвями заключена лагуна Бакальского соленого озера. В настоящее время район Бакальской косы носит статус ландшафтно-природного заповедника.

В 1945 г. район Бакальской косы был обследован в ходе работ Черноморской экспедиции Лаборатории океанологии Академии наук СССР [4]. Были проведены геоморфологические работы, сделано 5 промерных галсов с 38 станциями, на которых были собраны пробы грунта до глубины около 10 м. Морские работы были сосредоточены вблизи тела косы. Несмотря на ограниченный материал, собранные материалы позволили высказать некоторые соображения по вопросу о генезисе косы и подводной отмели и об их динамике, на основании чего был дан прогноз будущих изме-

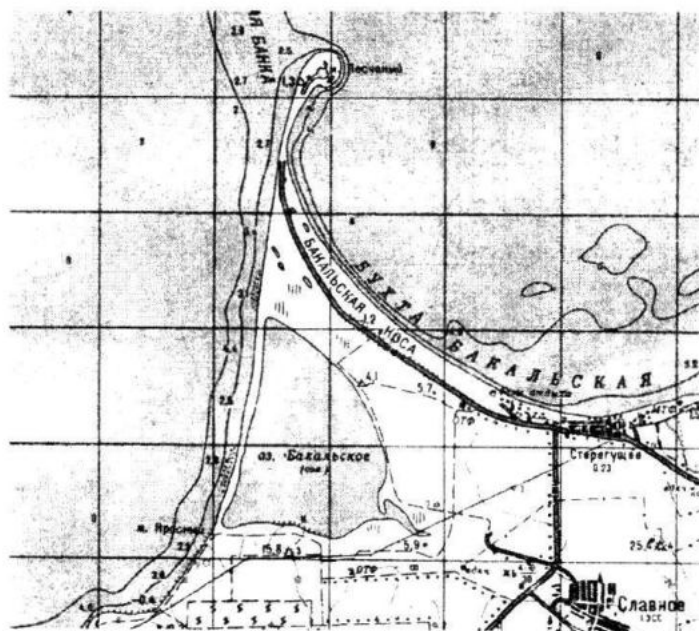


Рисунок 1 – Бакальская коса (северо-западное побережье Крыма)

нений этих двух сопряженных аккумулятивных форм, согласно которому тело косы должно постепенно смещаться к востоку [5, 6].

Последующие исследования в этом районе ограничивались периодическими наблюдениями Ялтинской ГИГП за изменениями береговой линии. На основе этих данных в [7] отмечено, что в течение 1960–2000 гг. дистальная (наиболее удаленная от берега) часть Бакальской косы размывалась с западной стороны со средней линейной скоростью 6 м/год и намывалась у восточного края на 7–8 м/год. Маяк, стоявший в 1960 г. в середине дистальной части косы, в 2000 г. уже находился в 20 м от ее западного края, а в 2001 г. оказался в море. Там же отмечено, что в конце 90-х годов наметилась тенденция отделения всей дистальной части от тела косы. В период 1998–1999 гг. отделение было временным, а в период 1999–2000 гг. вся дистальная часть протяженностью 1 км отделилась от косы провальной шириной 40 м и превратилась в остров.

2007 год оказался за последние годы рекордным по силе катастрофических штормов. Так в Черноморском, ближайшей к Бакальской косе гидрометеорологической станции, штормовой ветер южного и юго-западного направлений продолжался непрерывно на протяжении 2 суток 24–25 января 2007 г. В результате столь продолжительного сильного ветра, в центре западной части Черного моря высота волн достигала 5 м, а в Каркинитский залив, прилегающий к Западному Крыму, распространялось волнение высотой более 4 м. Сильный продолжительный шторм привел к интенсивному размыву берега западной части Бакальской косы, при этом берег отступил на величину около 50 м, уничтожив часть существовавшей дороги; а железобетонные столбы линии электропередачи были повалены в море. Кроме этого, на перешейке между морем и Бакальским озером в западной части косы образовалась промоина, что создало угрозу лечебным грязям Бакальского озера.

Постоянная комиссия по аграрным и земельным вопросам, экологии и рациональному природопользованию Верховного совета Крыма обратилась в Морской гидрофизический институт Национальной академии наук Украины с просьбой изучить создавшуюся ситуацию и выработать соот-

ветствующие рекомендации. Проведенные в течение 2007 года экспедиционные работы, анализ архивной метеорологической информации и численное моделирование гидро и литодинамики в районе Бакальской косы показали, что определяющими факторами в изменениях динамики берега являются климатические изменения режима ветра и уровня моря.

Второй катастрофический шторм в 2007 году разразился 11 ноября. Шторм действовал в течение менее суток, но сила ветра достигала 30 м/с. Характерно, что ветер действовал перпендикулярно направлению простирающейся береговой линии, что создало значительный подъем уровня моря (штормовой нагон), что в сочетании с аномально большой высотой волн привело к размыву косы и отделению ее дистальной части от основного тела. Ширина промоины между косой и превратившейся в остров дистальной части составила 300 м. Проведенной топографической съемкой зафиксировано смещение тела косы к востоку и существенное уменьшение ее ширины в рекреационной зоне. В теле пересыпи образовалось несколько сплошных промоин, в результате чего Бакальское озеро соединилось с морем. Поверхность пересыпи была выровнена, а существовавшая на ней растительность погребена под слоем песка. Севернее Бакальского озера, на прибрежной низменности образовались языки песчаных потоков.

Катастрофические шторма января и ноября 2007 года обнажили проблему сохранения этого природного памятника. Усилиями Морского гидрофизического института НАН Украины был создан постоянно действующий полигон наблюдений за динамикой берега в районе Бакальской косы.

Мониторинг предполагает выполнение комплекса наблюдений один раз в год и после каждого значительного шторма. Наблюдения включают в себя следующие виды работ:

- проведение прецизионной съемки положения береговой линии Бакальской косы с помощью GPS приемника Trimble 4600 LS – высокопроизводительного геодезического GPS-инструмента для проведения топографической съемки и сбора данных для ГИС приложений. Точность измерений

- прибора составляет 1 см по вертикали и 2 см по горизонтали;
- промер глубин с помощью эхолота LOWRANCE LMS320, в состав которого входит также 12 каналный приемник GPS/WAAS с внешней антенной и накопитель на флеш-картах;
 - георадиолокационную съемку внутреннего строения тела косы с помощью георадара ОКО-М1, который позволяет определять качественные изменения подстилающих поверхность суши структур до глубины 5м;
 - отбор образцов грунта, слагающего клифы, пляжи и подводный береговой склон с последующим гранулометрическим и минералогическим анализом;
 - измерение концентрации взвешенного вещества с помощью турбидиметрического зонда – автономного измерителя мутности ИМП-2А, предназначенного для проведения оперативных исследований поля мутности;
 - съемку прибрежных течений с помощью акустического доплеровского измерителя профиля течений ADCP-Workhorse с рабочей частотой 1200 kHz;
 - гидрологическую съемку с определением температуры и солености морской воды;
 - составление геоморфологических схем участков береговой зоны;
 - отбор проб воды и ила Бакальского озера на содержание тяжелых металлов.

Дополнительно к этой информации в систему мониторинга входит получение космических снимков высокого разрешения в видимом диапазоне и гидрометеорологической информации в режиме он-лайн с ГМС Черноморское.

К настоящему времени (в течение 2007–2008 гг.) МГИ НАН Украины провел три экспедиции в районе Бакальской косы. В результате обработки полученных данных и математического моделирования получены следующие результаты: цифровая карта карта рельефа дна в районе Бакальской косы и Бакальской банки; карта внутреннего строения наносов косы; карты изменений береговой линии; детальное геоморфологическое описание типичных участков побережья; гранулометрический состав отложений слагающего клифы, пляжи и подводный береговой склон; направление и ве-

личины потоков донных наносов при различных метеорологических ситуациях, включая реальные шторма; концентрации тяжелых металлов в илах Бакальского озера.

Полученные результаты позволяют судить о временной изменчивости береговой линии, переформировании рельефа дна, движении донных наносов в связи с изменчивостью гидрометеорологических параметров. Представляется, что в совокупности с математическим моделированием волнения, течений и потока донных наносов, мониторинг изменчивости береговой зоны в районе Бакальской косы позволит сделать оценки суммарного баланса относительной интенсивности потоков наносов, зависимости параметров вдольберегового потока наносов от направлений штормового ветра и других характеристик. В конечном итоге это позволит определить основные тенденции развития берегов на северо-западном побережье Крыма и дать научно обоснованный прогноз на будущее.

Л и т е р а т у р а

1. П.А. Каплин, А.О. Селиванов. Глобальное потепление климата и его влияние на уровень морей и береговые процессы. – Современные глобальные изменения природной среды. Т. 2. – М: Научный мир, 2006. – 776 с.
2. Ю.Н. Горячкин, В.А. Иванов. Проявление климатических изменений в динамике берегов западного Крыма / Доповіді Національної академії наук України. – 2008. – № 10. – С. 118–122.
3. В.А. Иванов, В.П. Ястреб, Ю.Н. Горячкин, В.В. Зима, А.В. Прусов, В.В. Фомин. Природопользование на Черноморском побережье Западного Крыма: современное состояние и перспектива развития. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 324 с.
4. В.П. Зенкович. Бакальская коса / Сб. раб. Института океанологии АН СССР. – 1955. – № 4. – С. 86–101.
5. В.П. Зенкович. Берега Черного и Азовского морей. – М. Географгиз, 1958. – 374 с.
6. В.П. Зенкович. Основы учения о развитии морских берегов. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 710 с.
7. А.А. Клюкин. Экстремальные проявления экзогенных процессов в XX веке в Крыму / Вестник ТНУ. – 2000. – Вып. 2. – С. 21–24.