

СОВРЕМЕННЫЕ ЛИТОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ КАЛАМИТСКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ

Горячкин Ю.Н., Иванов В.А., Фомин В.В.

Морской гидрофизический институт Национальной академии наук Украины, г. Севастополь,

E-mail: yngor@yandex.ru

Проблема деградации пляжей в Каламитском заливе Черного моря и, особенно, в Евпатории является чрезвычайно актуальной. За последние 20 лет в отдельных районах города-курорта знаменитые песчаные пляжи практически исчезли.

Евпаторийская бухта расположена в северной части Каламитского залива. Морфология берега в пределах городской территории и на прилегающих участках таковы, что ширина и мощность пляжей в черте города и ранее не обеспечивала защиту коренного берега от волновой абразии. Вплоть до XX века вмешательство человека в естественные процессы в бухте было незначительным. Сравнение данных съемок 1836 и 1896 гг. показывает, что конфигурация берега и глубины бухты практически не менялись.

Строительство мола в 1915 г., затем короткой шпоры в 1926 г. у Карантинного мыса (на рис.1 показан стрелкой) в центре города и затопление в 1942 г. немцами против оконечности мыса баржи, с целью прикрыть от волн место разгрузки на рейде и у берега приводили во всех случаях к размыву берега по обе стороны от искусственных сооружений и аккумуляции наносов непосредственно вблизи них. В 1954-57 гг. в центре города была построена набережная в виде подпорных стен со скошенной передней гранью. После этого пляж перед набережной резко уменьшился, а само берегоукрепление начало быстро разрушаться морским волнением. В 1968-72 гг. была построена новая бетонная набережная в виде наклонной стенки, с волногасящим профилем, после чего пляжи в центре города исчезли полностью (рис. 1, цифра 1).

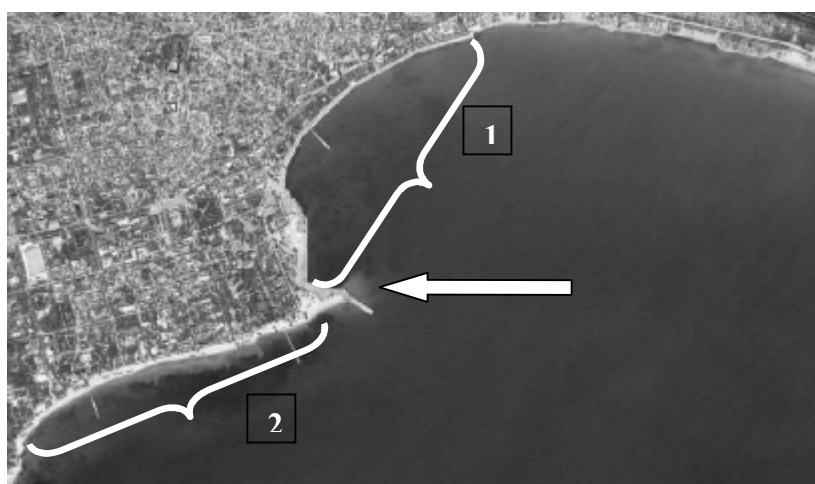


Рис. 1 Евпаторийская бухта (обозначения в тексте)

Второй акт драмы евпаторийских пляжей начался в 80-х годах прошлого века. В этот период в северной части Каламитского залива был построен водозабор комплекса НИТКА (научно-исследовательского тренажера корабельной авиации ВМФ СССР) имеющий вид сплошного мола перпендикулярного берегу, после чего севернее мола пляжи стали уменьшаться, а южнее мола пляж выдвинулся в море в среднем на 30м. В это же время в центре Евпатории морской торговый порт построил глубоководный причал. К востоку от него образовалась большая отмель, а к западу пляжи стали стремительно деградировать (рис. 1, цифра 2). Все эти факты в совокупности свидетельствуют о вдольбереговом

перемещение донного материала, с преобладанием потока наносов от юго-восточного направления.

Учитывая тяжелое положение, сложившееся с пляжами Евпатории городской совет выделил средства на проведение научных исследований и выработки рекомендаций для их восстановления. В 2007-2008 гг. Морской гидрофизический институт НАН Украины провел в Каламитском заливе комплекс морских и береговых работ, а также математическое моделирование динамических процессов в прибрежной зоне. На первом этапе рассматривался участок побережья, которое в наибольшей степени подверглось деформации.

Прибрежная динамика вод в Каламитском заливе районе в значительной степени определяется поверхностным волнением, которое вызывает аккумулятивно-абразионные процессы, приводящие к размыву пляжей и переформированию прибрежных участков дна. Для исследования особенностей индуцированных поверхностным волнением течений и вызванного этими течениями транспорта наносов была использована спектральная модель SWAN, а моделирование волновых течений проводилось на основе трехмерной нелинейной σ -координатной модели циркуляции, учитывающей волновые эффекты.

Моделирование волнения и волновых течений проводилось для участка прибрежной зоны Евпатории, рельеф дна и очертания берегов которой, показаны на рис. 2. Расчетная область имела размеры 1,5x0,9 км. Характерная особенность рассматриваемой акватории – наличие двух, выдающихся в море, причалов. Для учета этих деталей шаг сетки по горизонтали в расчетах волнения и течений составлял 5 м, а минимальная глубина принималась равной 0,5 м.

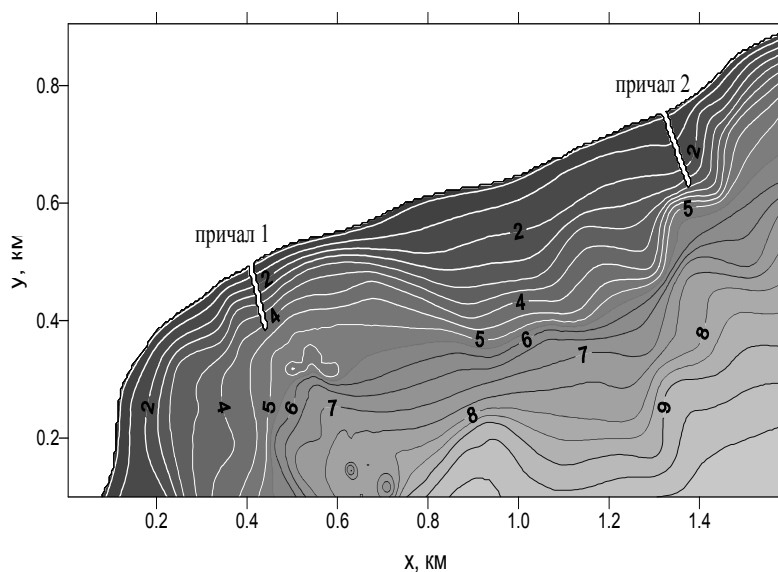


Рис.2 Рельеф дна (м) расчетной области. Соответствует району 2 на рис. 1.

Моделирование показало, что генерируемые поверхностным волнением течения имеют вид струйных вдольбереговых потоков со скоростями до 0,4 м/с, интенсивность и положение которых зависит в первую очередь от угла подхода волн к побережью. При распространении волн в прибрежную зону возникает волновой подъем уровня до 12 см. В районах береговых причалов образуется специфическая структура волновой циркуляции, включающая вихревые образования противоположного знака.

Определяющий вклад в формирование волновых течений вносят радиационные напряжения. Именно при их учете формируются все основные черты волновой

циркуляции (струйные вдольбереговые течения и вихревые структуры у причалов). Заметный вклад стокового дрейфа в суммарное поле волновых течений начинает проявляться лишь в тех районах, где высоты волн достигают 1,8–2 м, а глубины превышают 5–6 м. Наличие волновых течений приводит к возникновению достаточно интенсивных потоков донных наносов (до $1,8 \text{ кг м}^{-1} \text{ с}^{-1}$). Зоны интенсификации потоков соответствуют областям формирования струйных волновых течений. Пространственная неоднородность потоков наносов является причиной размыва береговой линии со скоростями 5–20 см/сут и формирования в прибрежной акватории локальных областей протяженностью 50–200 м, в которых скорости деформаций дна достигают $\pm 40\text{--}50$ см/сут.

По результатам выполненного комплекса работ было показано, что деградация пляжей в районе Евпатории связана как с естественными, так и антропогенными причинами, но с преобладанием последних. К первым можно отнести: устойчивую тенденцию повышения уровня Черного моря (рост уровня за последние 50 лет составил 15 см) и увеличение повторяемости (почти в два раза) сильных штормов от южного и юго-западного направления в последние 15 лет. Антропогенное воздействие выражается в уменьшении вдольберегового потока наносов с юго-востока в результате зарегулирования стока рек Западного Крыма (строительства многочисленных водохранилищ) и отборе с пляжей песка и гальки. Кроме этого, наблюдающаяся в Черном море, эвтрофикация вод приводит к сокращению количества моллюсков, створки которых служат исходным материалом для образования песков. Но особенно значительное влияние на деградацию пляжей оказывает непродуманное строительство гидротехнических сооружений в береговой зоне моря. Отдельные курортные учреждения строят «берегозащитные» сооружения исключительно для защиты своего участка побережья. К сожалению, эта самодеятельность (научно и инженерно необоснованная) привела к тому, что ситуация в районе аварийных зон и на прилегающих к ним участках побережья значительно ухудшилась.

В настоящее время в районе Евпаторийского побережья развернут постоянно действующий полигон наблюдений за динамикой берега. Состав работ включает в себя:

- пункт измерений течений измерителями МГИ 1309 в придонном слое у м. Каратинный;
- периодическое определение конфигурации береговой линии с помощью комплекса Trimble;
- прием гидрометеорологической информации;
- прием и анализ космических снимков.

После обработки данных морских работ и создания карты донных осадков Каламитского залива, в настоящее время проводится адаптация математической модели и серия численных экспериментов, учитывающее реальное пространственное распределение наносов различных фракций и участков с выходами коренных пород.