

Ю.Д.Шуйский, заведующий кафедрой физической географии и природопользования, профессор, доктор географических наук, Г.В.Выхованец, профессор кафедры физической географии и природопользования, профессор, доктор географических наук, Р.ГьПерейрас, аспирант кафедры физической географии и природопользования, магистр-гидротехник
Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова

Опыт анализа берегозащитных сооружений на песчаных берегах Черного моря

На примере Одесского берегозащитного комплекса и ряда других берегозащитных сооружений на песчаных берегах рассмотрен ряд вопросов: а) о применимости берегозащитны; б) всегда ли нужно защищать морской берег от разрушения; в) о применимости стенок и других защитных конструкций в береговой зоне морей; г) об эффективности берегозащитных конструкций в береговой зоне морей; д) об уроках неудачных примеров эксплуатации искусственных пляжей. Изложены результаты отрицательного опыта массовой отсыпки искусственных пляжей.

О применимости берегозащиты

Современная эпоха в естественной истории Земли характеризуется сложившимся в природе тотальным дефицитом наносов в береговой зоне Мирового океана в целом и отдельных его подразделений [8, 9, 16]. Поэтому столь широко распространенными являются процессы абразии, под влиянием которых происходит потеря береговой территории и необходимость защиты берегов от разрушения. Для оценки эффективности берегозащитного комплекса в районе Одессы и многих других сооружений и комплексов требуется соответствующее обоснование, учет ряда правил и принципов, основанных на теории береговедения [2, 7, 8].

Индивидуальность природных условий для применения тех или иных берегозащитных мероприятий должна учитываться в каждом конкретном случае. Нередко инженеры-гидротехники и инженеры-геологи склонны унифицировать то или иное берегозащитное сооружение для различных физико-географических условий береговой зоны моря. Выражается это в применении одной и той же конструкции сооружения в различных условиях или разных сооружений в одних и тех же условиях, на участках берегов разных морей и океанов. В этой связи часто возникает конфликтная ситуация между сооружением и окружающей природой, результатом которой может быть неэффективность его на одном участке береговой зоны, хотя на других участках это же сооружение является высокоэффективным на протяжении всего гарантийного срока. Поэтому на каждом отрезке береговой зоны моря нужно учитывать конкретные значения форм рельефа, контуров береговой линии и ее экспозиции по отношению к направлениям действия ветра и волн, геологического строения, физико-механических свойств горных пород, уклонов подводного склона, ветро- и волноэнергетических параметров и всего остального, а также число приходных и расходных элементов баланса осадочного материала и их численные характеристики, запасы наносов и режим их распределения в береговой зоне моря [9, 10, 15]. В этой связи и согласно теме данной статьи, потребовалось длительное инструментальное исследование песчаных берегов Черного моря в районе Одессы для выбора оптимального варианта защиты именно в локальных, неповторимых условиях защищаемого участка.

Обязательно ли защищать морской берег?

Такой вопрос уместен в тех случаях, когда выполнено и имеется грамотное природосберегающее планирование и осуществление использования природных ресурсов, проектирование береговой территории (акватории), минимизация возможного ущерба окружающей природе и оптимизация природопользования. Именно во время грамотного планирования используется опыт прошлых лет, знание природы береговой зоны и стратегии застройки берегов. Если природные условия представлены рядом автором достаточно подробно [3, 4, 6, 8, 9, 13], то стратегия застройки береговой зоны разработана совсем недавно [10, 14].

При этих условиях различные подходы применяются на абразионных и аккумулятивных формах берегового рельефа. Во всех случаях защиты требуют наиболее ценные участки берега, на которых располагаются памятники истории, архитектуры, природы и т.п. Здесь денежное выражение не имеет определяющего, принципиального значения, поскольку речь идет о всемирных ценностях, национальном достоянии, развитии цивилизации вообще. Во всех остальных случаях берегозащита имеет смысл тогда, когда сметная стоимость берегозащитных сооружений и их эксплуатации меньше стоимости защищаемого объекта. Разумеется, сооружений, выполненных по всем правилам и инженерным расчетам, пригодных быть эффективными и не способных наносить вред.

Следует обратить внимание на то, что абразионные формы рельефа как надводные, так и подводные, являются важнейшим источником наносов в береговой зоне. Предотвращая вредные и необратимые процессы абразии, защищая созданные человеком ценности на берегу, специалисты уничтожают этот источник наносов и пополнения защитных пляжей. Они, таким образом, усиливают дефицит наносов, а само сооружение переходит в разряд пассивной берегозащиты. Поэтому планирование застройки требует такой организации природопользования, которая не допустила бы обострения дефицита наносов и усиления процессов абразии [9, 10]. В итоге требуется оценка пространственной структуры береговой зоны и баланса осадочного материала в ней.

Интересно напомнить опыт наших предков, строивших свои жилища на низких абразионных берегах Черного и Азовского морей в пределах сегодняшней Украины. На них практически все рыбацкие поселки строились не ближе 1,0-1,5 км от моря (например, Железный Порт, Большевик, Лазурное в Херсонской области, Балабанка и Сычавка в Одесской области, песчаное и Береговое на западном берегу АР Крым), и этому были объяснения. Жители знали, что абразионный берег отступает очень быстро, и для сохранения в целостности своих жилищ и подворий они располагались вдалеке от моря. Поэтому они обходились без берегозащиты и не препятствовали поступлению в море наносов абразионного происхождения. Удаленность усадеб и подворий от моря также спасала сады и огороды от брызг соленой морской воды во время штормов. В этой связи, современная застройка, в том числе и капитальными зданиями и сооружениями, берегов морей в непосредственной близости от пляжа не может быть признана рациональной. А, с другой стороны, такая застройка провоцирует большие затраты для сохранения территории, самих пляжей и построек на берегу. Создаются серьезные проблемы на «пустом месте», как например на участках Совиньон и Люстдорф на городской территории Одессы, Затока и Фонтанка в Одесской области, Песчаное и Любимовка в Крыму. Очень «рьяная» берегозащитная деятельность дошла до того, что уникальные и исчезающие ландшафты оползневого типа физико-географической местности, с многочисленными краснокнижными видами флоры и фауны оказались полностью утраченными, например, юго-западнее м.Бугово на территории Ильичевска Одесской области или в районе Коблево и западнее м.Очаковского Николаевской области.

Таким образом, существует немало причин, по которым не обязательно применять дорогостоящие берегозащитные сооружения. Лучший выход из положения — не строить на заведомо опасном участке берега, уйти из-под удара морской стихии. Ведь дело не только в том, что их сметная стоимость велика, как и у всякого гидротехнического строительства в береговой зоне моря (в океанической зоне «высоких энергий»). Гораздо большее значение имеют затраты на эксплуатацию таких сооружений в течение гарантийного срока и на их сохранность [7, 11]. Они могут превышать финансовые, материальные и трудовые затраты на порядок-другой величины сметы или стоимости защищаемого объекта. Однако, Одесский берег на месте расположения Одессы, города-миллионера, надо было защищать, поскольку он интенсивно разрушался. Территория теряла значительные площади вместе со строениями и коммуникациями, с памятниками природы и культуры, естественные пляжи не вмещали отдыхающих, накопления пляжей у подножья клифов и окончание действия оползней и обвалов не предвиделось. Ценность защищаемого объекта была гораздо больше стоимости берегозащитных сооружений. Аналогичную ценность имеют памятники Крыма, появившиеся тогда, когда человек не представлял еще себе масштабов береговых катастроф, типа Кучук-Койского или Джангульского.

Применение стенок и других пассивных конструкций

Накопление информации о работе берегозащитных сооружений в натуральных условиях и ее осмысливание на основе теории береговедения привело к делению этих сооружений на «пассивные» и «активные» [1, 4, 7]. К «пассивным» относятся вертикальные стенки, откосы

разного профиля, ряжи, бетонные и асфальтовые массивы и др., задача которых состоит в прямом физическом сопротивлении волновому влиянию. Сооружения этого типа не рассчитаны на пляжеобразование и не могут заставить природные силы сохранять морской берег. Мало того, «пассивные» конструкции усиливают волновое влияние и повышают скорости волновых течений, а потому обычно приводят к размывам пляжей и усилению абразии. Поэтому от «пассивных» гидротехнических сооружений стали отказываться [6, 9, 14]. Если они и применяются, то в сочетании с другими типами сооружений или при подпоре языка оползня, или по инерции, или по непониманию.

Особенно вредными являются «пассивные» сооружения на песчаных берегах [4]. Здесь сооружения приводят к особенно сильному размыву флангов сооружения, причем, сильнее всего — с наветренной стороны [12]. В конечном итоге морские волны отодвигают песчаную береговую линию так далеко, что сооружение может остаться на прилегающем дне моря или может разрушиться, как например ряд бун на Колхидском побережье Черного моря в районе Поти. И то, и другое означает, что время, финансовые, материальные и трудовые средства были «выброшены в море». Поэтому стенки и другие пассивные сооружения на песчаных берегах применять категорически не рекомендуется [14]. Что касается изученного берега между мысом Ланжерон и Люстдорфом, то здесь аккумулятивные формы прибрежно-морского рельефа не встречаются и никогда не существовали, как надо было бы ожидать на участке разгрузки вдольберегового потока наносов.

Тем не менее, в составе Одесского берегозащитного комплекса имеются берегозащитные стенки и другие «пассивные» сооружения. Но они применяются совместно с другими сооружениями, и в первую очередь, — для подпора грунтовых масс нижней оползневой террасы и вместе с траверсами и искусственным пляжем. Они не рассчитаны на гашение морской волны или на искусственное пляжеобразование, а потому в данном случае оправданны.

Применение наносодерживающих сооружений

Основной причиной разрушения морских берегов, побуждающей применение берегоукрепительных сооружений, является перераспределение и рассеяние энергии морских волн. Чем больше энергии тратится на абразию клифов, тем меньше ее тратится на перемещение наносов [2, 3, 4, 8]. В этой связи рост запасов наносов и размеров пляжей в береговой зоне моря в общем снижает число абразионных форм рельефа и скорости абразии, а, следовательно, снижает потребность в берегозащитных сооружениях. Накопление наносов постепенно сокращает скорости абразии, повышает размеры пляжей, а клифы из активных превращает в отмершие таким образом снижая и даже ликвидируя опасность по мере образования достаточно широких пляжей [2, 6, 7]. Поэтому лучшей защитой является естественная, в виде такого природного «сооружения», как пляж, который располагается между морем и коренным берегом.

По способу «работы», ряд сооружений предназначается для накопления наносов, создания именно достаточно крупного пляжа, способного прекратить абразионную деятельность на коренных берегах (буны, траверсы, волноломы разных типов и их сочетания). Эти сооружения чаще всего снижают волновую энергию на удалении от береговой линии, и на берег волна накатывается ослабленной, со сниженной наносодвижущей способностью. Практически все сооружения этого типа относятся к «активным», в отличие от «пассивных». Активизируя накопление наносов в виде пляжа, они уменьшают количество волновой энергии, направленной на процессы абразии. В этой связи на практике наибольшее распространение получили берегозащитные сооружения «активного» типа. Такая тенденция потребовала четкого и детального знания режима вдольбереговых потоков и поперечных миграций наносов и численных значений элементов баланса наносов, многих других природных характеристик береговой зоны морей.

Успешное и эффективное действие того или иного берегозащитного сооружения бывает в условиях небольших запасов наносов, позволяющих абразии развиваться (с ощутимой потерей площади морского берега), но одновременно и в условиях достаточно больших запасов, чтобы «активные» сооружения накапливали бы наносы в виде защитного пляжа [8, 13, 17]. Участки с такими условиями обычно определяются на конкретном отрезке вдольберегового потока наносов или системы поперечных миграций наносов, а не «вообще». Что касается больших и эффективных запасов наносов, при которых образуются крупные пляжи и вся волновая энергия тратится на перемещение наносов, то в таких условиях коренной берег практически не разрушается. Защита берега является естественной в виде природного пляжа. Поэтому отпадает необходимость строительства берегозащитных сооружений и проведения искусственных берегозащитных мероприятий.

При планировании тех или иных берегозащитных сооружений следует учитывать поперечную структуру движения наносов на берегу и подводном склоне. От нее зависит глубина мористой оконечности сооружений или степень перехвата наносов, как например при применении бун полного профиля [1] или заложения подводных волноломов [5, 14, 15]. Чаще всего поперечная структура движения наносов связана с рельефом подводного склона моря, формой его поперечного профиля, с составом наносов, характером диссипации волновой энергии в условиях действия конкретного волнового режима [4, 11, 14]. Следовательно, эффективность естественного накопления наносов с помощью «активных» сооружений зависит не от фактической мощности вдольберегового потока или поперечной миграции наносов, а от того количества наносов, которое движется на глубине расположения «активного» сооружения. Вот почему оказались бесполезными буны и траверсы на ряде участков морского берега в Польше, Германии, США, Японии и других стран, а также короткие буны на Одесском берегу Черного моря в первой половине XX века. Ведь они выдвинуты в море до глубин 0,5-1,5 м, а в интервале 0,0-1,5 м движется мизерная часть наносов во вдольбереговом потоке при данном рельефе подводного склона моря.

Эксплуатация искусственных пляжей

Данный вопрос анализируется на основании многолетних исследований главным образом в пределах Одесского берегозащитного комплекса. В течение почти 50-летней его эксплуатации предпочтение всегда отдавалось осадочному материалу — аналогу пляжевых наносов (пескам, гравию, гальке, валунам), в зависимости от того, в каких условиях находится пляж в составе комплекса. По своему составу наносы для пляжей применялись отсортированными, соответствующими уклону подводного склона, характеру действия волк, способными создать защитную полосу между линией уреза и коренным береговым склоном. Эта полоса создается искусственно в виде пляжа, вместо тех источников наносов, которые недостаточно обильны или блокированы на соседних участках береговой зоны. Однако, требуются такие запасы наносов из искусственных источников, которые могли бы обеспечить создание эффективных искусственных пляжей и их ремонтное пополнение в течение всего срока эксплуатации. Они должны строго соответствовать естественному составу наносов на защищаемом берегу, в данном случае — крупнозернистыми песками.

Искусственная добыча пляжевых наносов не должна наносить существенный ущерб окружающей природе, будь то на берегу или на морском дне [2, 6]. Причем, чтобы затраты на доставку и пляжеобразование были бы оптимальными. А такие требования далеко не всегда встречаются, в частности, они не были соблюдены во время недавнего пополнения искусственных пляжей на Одесском защитном комплексе осенью 2007 г. Поэтому на практике чаще всего искусственное пляжеобразование бывает невыгодным, вредным для природы, экономически неоправданным, хотя и является в общем лучшим средством берегозащиты.

Поясним почему. До начала XXI столетия песчаные пляжи Одесского берегозащитного комплекса были почти полностью выработанными [11]. Их незначительная берегозащитная способность по причине размыва стала угрожать коренному берегу и гидротехническим сооружениям. Некие «специалисты», известные в Одессе только профессиональными неудачами, но почему-то допущенные к проектированию, ничего лучшего не придумали, как вычерпать песок на подводной отмели — Одесской банке, а затем гидравлической пушкой выбросить пульпу на пляж. Хотя давно известно, что крупные пески давно иссякли под влиянием добычи в прошлом, а новых источников их пополнения нет. Произошло это в октябре 2007 г., перед зимними штормами. Что в результате?

Во-первых, более или менее крупный песок был вычерпан на Одесской банке еще 20 лет назад. То, что осталось, было алевритом с примесью мелкозернистого песка и сконцентрировалось на поверхности банки. Этот верхний неподходящий слой слишком мелких наносов был «срезан» и послужил для нового ремонта одесских пляжей. Это при том, что остатки старых пляжей были сложены преимущественно крупнозернистым песком с примесью среднезернистого.

Во-вторых, несоответствие новых порций наносов крупности тех наносов, которые остались еще на искусственных одесских пляжах, спровоцировали сильный размыв во время предстоящих зимних штормов. И он произошел. Сквозь крупные щели в старых бунах, траверсах и волноломах во время сильных волнений произошел быстрый вынос мелкого материала новых отсыпок. Меньше, чем за год их потери составили больше 60% исходного количества. Четыре пляжа из 31 оказались полностью исчезнувшими. Гидротехнические сооружения снова остались

незащищенными, подверженными волновому воздействию. Стоило ли отсыпать столько некондиционных наносов перед штормовым периодом?

В-третьих, за время эксплуатации на каждом из пляжей Одесского комплекса сложилась собственная биологическая система, с определенными отношениями между организмами в условиях постоянного влияния волн. Залповые отсыпки мелкозернистых наносов сразу покрыли большие площади старых пляжей, что поставило под угрозу утвердившиеся ассоциации растений и животных. В итоге они были обречены погибнуть. Следовало ли так поступать с уникальным биологическим разнообразием?

В-четвертых, на Одесской банке в верхнем аэральном слое, который как раз и был уничтожен, сконцентрировалась большая биологическая масса большой численности организмов. Поскольку этот слой песка был взят для пляжеобразования, то физически была уничтожена богатая биологическая система. Выброшенные на дневную поверхность старых пляжей вместе с песком, живые организмы, вместе с захороненными, погибли и подверглись разложению. Итогом стало сильное загрязнение в виде густой органической пены, покрывшей пляжи слоем до 1 м толщиной. Поэтому неудачные отсыпки песка сопровождалась ущербом биоте одесских пляжей. Этим был нарушен большой ряд законов об охране природы и сохранении биологического разнообразия. Ради чего?

В-пятых, отмель Одесской банки является кормовым очагом для живых организмов, а прежде всего — для промысловых рыб, ракообразных и моллюсков. Тем более, что происходит постоянное питание полезными химико-биологическими соединениями морских вод водой из Днепра и Южного Буга, а поверхность Одесской банки подвержена сильной освещенности, а, значит, и интенсивному фотосинтезу. Изъятие песка с банки существенно подорвало пищевые ресурсы Черного моря, лишило его значительной части моллюсков-фильтраторов, нарушило целостность ценной биоты. Как и на искусственных пляжах, было подорвано биологическое разнообразие в этой части морского дна.

Что имеем в результате? Фактически неоправданно кратковременное существование новой отсыпки весьма дорогостоящих наносов. Далее, неоправданно большие финансовые потери. Непродуманная форма искусственных отсыпок. Уничтожение сложившегося биологического разнообразия на старых искусственных пляжах и на морской банке. Мощный ущерб кормовой базы для промысловых морских организмов. Если принять во внимание, что сооружение искусственного пляжа отнесено к IV классу капитальности, то ремонт одесских искусственных пляжей своей цели не достиг. Рассмотренное мероприятие является ярким примером неудачного берегоукрепления, а главная причина состоит в некомпетентности и болезненном самомнении проектировщиков.

Защита путем создания искусственного ландшафта

Наименее удачные попытки эксплуатации берегозащитных гидротехнических сооружений пришлось на песчаные берега как Черного, так и других морей. На таких берегах широко распространены песчаные пляжи. Как правило, вдоль вершины пляжей, в их тылу, простираются гряды эолового происхождения, разных размеров и объемов. Чаще всего эоловые формы рельефа характеризуются наибольшими размерами тогда, когда господствуют ветры от морского сектора горизонта [8, 12]. Сплошная эоловая гряда может служить защитным барьером, действующим против прорывов морских волн. На пересыпях лиманов и лагун такая гряда выполняет роль резерва наносов для компенсации штормовых размывов пляжей. Нередко гряды регулируют то количество наносов, которое во вдольбереговых потоках наносов сбрасываются в прорези, в т.ч. и судоходных каналов.

Одно из основных свойств накоплений песчаных наносов на берегах — это высокая подвижность, чего нет, например, у глин, суглинков, супесей, сланцев, песчаников, известняков и др. Подвижность обеспечивается действием ветров и ветровых волн. В итоге столь же быстро могут быть созданы и эоловые гряды, горбики, песчаные поля, которые выполняют достаточно эффективную защитную роль. Поэтому в ряде стран (Польша, Германия, Франция, Бельгия, США, ЮАР, Австралия) методом «вапоТепсез» гряды стали наращиваться искусственно.

Этот опыт был впервые применен на Украине в 80-90-х годах XX столетия на корневых частях кос Тендровская и Джарылгач в виде эксперимента [9, 17]. Он получил название «искусственного ландшафта», который применялся для защиты от разрушения больших баз отдыха «Буревестник» и «Строитель», а также Потиевского кордона Черноморского заповедника. Оказалось возможным

создать песчаную грядку, высотой до 3 м и объемом до 41 м³/м. Возник новый рельеф, возникла новая растительность, появился новый микроклимат, в толще песка сформировался новый режим увлажнения, поселилась новая ассоциация животных и др. Другими словами, возникла новая микросистема в виде нового ландшафта, который обладал берегозащитными свойствами.

Гряды были надежной защитой для построек, но через 3 года их растащили, а песок продали на стройки. И вот спустя несколько лет, осенью 1997 г. прошел шторм, при котором высота волн превышала 4 м, а заплеск прибойного потока проник на застроенную территорию «Буревестника». В итоге был размыт пляж, разрушена значительная земельная площадь и уничтожены постройки в мористой части базы отдыха. В то же время часть территории потерял и «Строитель».

К сожалению, в настоящее время «запсШпсез» не применяются на песчаных берегах Украины, несмотря на чисто символические затраты и высокую защитную эффективность. По всей видимости, основная причина состоит в том, что для применения данного метода нужна очень высокая физико-географическая профессиональная подготовка, которой не обладают проектировщики и сотрудники природоохранных управлений. Поэтому они не решаются её разработать и согласовать, считая делом несерьезным.

Тем не менее «запаТепсев» активно используются не только в странах традиционной актуальности предохранения песчаных берегов от деградации и полного разрушения. В последние годы воссоздание искусственного ландшафта для берегозащиты все чаще применяют те страны, где ранее этого не делалось. Например, на многих участках песчаных берегов можно видеть применение данной методики, причем, даже с усовершенствованными приспособлениями, в таких странах, как Китай, Вьетнам, Аргентина, Бразилия, Мексика. Данный метод требует непрерывной, хотя совершенно недорогой, эксплуатации и поддержания искусственного ландшафта.

Защита берегов с помощью естественных материалов (террас)

На коренных абразионных берегах, где распространены активные клифы, как правило, естественные прислоненные пляжи не в состоянии предохранить береговую территорию от волнового разрушения. На песчаных берегах Черного моря размеры прислоненных пляжей обычно характеризуются полной шириной < 40 м (считая от основания подводной части пляжа, где глубина равна < 0,6/к^{вол}; к^{вол} — высота средней штормовой волны). При этом высота надводной вершины пляжа $H^m < 1,5$ м, а общий объем пляжа — не более 45 м³/м, в среднем 13-18 м³/м [11, 14, 15]. Если пляж лежит у подножья клифа, сложенного глинистыми породами, то в условиях береговой зоны Черного моря средние многолетние скорости абразии могут составлять от 0,5 до 3,5 м/год [2, 8, 17]. Это крайне опасные значения, при которых не рекомендуется застраивать морской берег [9, 10].

Как и все берега Черного моря, песчаные развиваются в условиях острого дефицита наносов [1, 8, 13]. Поэтому указанные скорости абразии не могут замедлиться или прекратиться естественным путем. И если на таких берегах необдуманно возникли хозяйственные или селитебные объекты, то, в отличие от оползневой территории Одессы, их нет смысла защищать. Можно увеличить размеры пляжей до эффективных размеров, но «лишняя» масса будет удалена, причем, очень быстро: динамическое равновесие берега не предусматривает их существование. Учитывая природный дефицит береговых наносов пляжеобразующего состава, применение искусственных подсыпок неэффективно.

Активные глинистые клифы с небольшими пляжами у подножья можно защитить гидротехническими сооружениями, но стоит это будет в разы больше стоимости защищаемого объекта. К тому же затраты на ремонтную поддержку должны быть непрерывными, сами сооружения значительно сократят длину используемого берега, засорят берег, разрушат эстетическое восприятие природного ландшафта, а часто — обломки сооружений могут создать опасность травматизма. Поэтому Ю.Д.Шуйским в 1964 г. было предложено использовать естественные материалы в виде защитной искусственной террасы для защиты берегов от волновой абразии и штормовых размывов.

Для этого вдоль подножья клифа создаются искусственные грунтовые террасы. Состав грунтовой массы может быть разным, но предпочтение отдается тому, который насыщен твердыми обломками горных пород, как это впоследствии делалось на восточных и южных берегах Черного моря [1, 6, 14]. Формы и конструкции этих террас могут быть различными, в зависимости от того, какие цели ставятся перед таким методом. Наиболее целесообразно применять искусственные

террасы там, где после экскавации остается много бросового грунта, который нужно утилизировать.

Защитные террасы могут быть рассчитаны для различных видов работы. Одни могут только защищать абразионно-обвальный клиф от волновой абразии. Другие у подножья абразионно-оползневого клифа не только препятствуют волновой подрезке склона, но и пригружают его. Третьи продуцируют определенное количество наносов и при этом способствуют разбиванию волн перед подножьем клифа. Здесь можно долго перечислять предназначение грунтовых террас, но очень важно, что они обладают очень высокой эффективностью. Также важно, что ни экономят ресурсы: трудовые, финансовые, материальные. Опытные защитные террасы оправдали себя в районах расположения Одессы, Очакова, Южного, Ильичевска, Донузлава. Сегодня их применение характеризуется высокой актуальностью.

Список литературы

1. *Жданов А.М.* Искусственное восстановление защитной полосы пляжа при укреплении морских берегов // Труды ВНИИ трансп. строительства. - 1960. - Вып. 40. - С. 22 - 58.
2. *Зенкович В.П.* Основы учения о развитии морских берегов. - Москва: Изд-во АН СССР, 1962. - 710 с.
3. *Кикнадзе А.Г.* Морфолитодинамика береговой зоны и оптимизация ее использования. - Рукопись // Автореф. дисс. на соиск. учен. степени доктора геогр. наук. - Тбилиси: Инст. географ. АН Грузии, 1991. - 66 с.
4. *Кнапс Р.Я.* О способах укрепления песчаных берегов // Труды ВНИИ трансп. строительства. - 1960.-Вып. 40.-С. 58-91.
5. *Лызлов И.А.* Экспериментальное исследование берегоукрепительных подводных волноломов различных конструкций // Труды Океаногр. комиссии АН СССР. - 1961. - Т. XII. - С. 5 - 16.
6. *Пешков В.М.* Галечные пляжи неприливных морей. - Краснодар: Эд Арт Принт, 2005. - 445 с.
7. *Сокольников Ю.Н.* Инженерная морфодинамика берегов и ее приложения. - Киев: Наукова думка, 1976.-227 с.
8. *Шуйский Ю.Д.* Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей. - Ленинград: Гидрометеоиздат, 1986. - 240 с.
9. *Шуйский Ю.Д.* Опыт изучения защитных сооружений на песчаных берегах Черного моря // География и природные ресурсы (Новосибирск). - 1996. -№ 1. - С. 37 - 43.
10. *Шуйский Ю.Д.* Основы стратегии строительства в береговой зоне Черного и Азовского морей // Исследование береговой зоны морей: Сб. научных трудов. - Киев: Карбон Лтд, 2001. - С. 8 - 24.
11. *Шуйский Ю.Д.* Развитие берегозащитных сооружений на берегу Черного моря в пределах Одессы // Причерноморский Экологический бюллетень. - 2010. - № 4 (38). - С. 45 - 79.
12. *Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В.* Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в северо-западной части Черного моря. - Москва: Недра, 1989. - 198 с.
13. *Шульгин Я.С., Морозов Л.А., Гречищев Е.К.* Защита песчаных берегов свободными пляжами // *Báltica (Vilnius)*. - 1977. - Vol. 6. - P. 99 - 108.
14. *Shuisky Y.D.* An experience of studying artificial ground terraces as a mean of coastal protection // *Ocean & Coastal Management*. - 1994. - Vol. 22. -№ 2. - P. 127 - 139.
15. *Shuisky Y.D.* Experience of efficiency of the protective complex along the Black Sea shoreline within OdessaCity territory // Proc. Intern. Workshop COASTAL ZONE'03: Edited by Z.Pruszek. - Gdansk:, 2003. - P. 309 - 336.
16. *Shuisky Y.D., Schwartz M.L.* Basic principles of sediment budget study in the coastal zone // *Shore & Beach Jour.* - 1983. - Vol. 51. - № 1 - P. 34 - 40.
17. *Shuisky Y.D., Schwartz M.L.* Human impact and rates of shore retreat along the Black Sea coast // *Journal Coastal Research*. - 1988. - V. 4. - № 3. - P. 405 - 416.