

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

Л.А. Беспалова, А.Е. Цыганкова, Е.В. Беспалова, О.В. Ивлиева, А.Р. Иошпа, Д.О. Кривогуз

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
bespalowaliudmila@yandex.ru; aetsygankova@yandex.ru; elena.bespal@yandex.ru;
ivlieva.o@mail.ru; aioshpa@yandex.ru; krivoguz@sfedu.ru

Аннотация. Сооружения различных типов берегозащиты возводились на Азовских берегах с начала 1960-х гг. Как правило, разрушению подвержены вертикальные бетонные стенки, создававшиеся с целью защиты берегов от абразии, для подпора оползневых и обвальных склонов. Неэффективность такого способа защиты многократно доказана практикой берегоукрепления на побережьях Азовского моря. Приводится характеристика сооружений, которые сохранились на берегу и частично или полностью выполняют берегозащитную функцию, по выделенным аварийным участкам со скоростью абразии или обвально-оползневых процессов более 12 м/год.

Объекты описываются последовательно, как они размещены на побережьях: по северному побережью – от границы Ростовской области с Донецкой Народной Республикой – до дельты Дона; по южному – от дельты Дона до границы Ростовской области с Краснодарским краем.

Большинство существующих берегозащитных сооружений находится в аварийном состоянии и сосредоточено на северном побережье Таганрогского залива. По возможным методам берегозащиты даны рекомендации. Для большинства неэффективных сооружений необходимо предусмотреть демонтаж или их перекрытие каменной наброской.

Ключевые слова: берегозащитные сооружения, волноотбойные стенки, откосы, буны, габионы, волноломы, Таганрогский залив.

Оценка современного состояния и эффективности существующих берегозащитных сооружений, расположенных на северном и южном побережьях Таганрогского залива, выполнена на основе результатов натурных обследований сотрудниками ЮФУ в 2023 г.

Существует две группы методов борьбы с разрушением берегов – пассивные и активные. Пассивные имеют целью возведение таких сооружений, которые принимали бы на себя воздействие волн (разнообразные конструкции волноотбойных стен, защитные дамбы, откосы и каменные наброски). Активные используют энергию волн для защиты побережья (буны, волноломы). В результате были выявлены следующие виды берегозащитных сооружений: искусственные песчаные пляжи, волногасящие покрытия из фасонных массивов, волноотбойные стены и бермы, ступенчатые бетонные откосы, буны, волноломы, а также самодельные виды берегозащиты из автомобильных шин, стальных листов, каменной кладки.

Эти виды сооружений в основном представлены на берегах с опасными экзогенными процессами (абразией, оползнями) для защиты пляжей и берегов от размыва. Кроме этого, на побережье Таганрогского залива в Ростовской области находится г. Таганрог и 56 населенных пунктов, где отмечается максимальная плотность населения в Ростовской области: в Неклиновском районе – 613 чел./км², в Азовском – 120 чел./км² при средней плотности населения для Ростовской области – 40 чел./км². В Приазовском регионе сконцентрирована мощная сфера промышленного производства и АПК, эта территория является одной из основных рекреационных зон области. Таким образом, ценность прибрежных территорий уменьшается в ряду: городские территории, рекреационные, сельские поселения, сельхозугодия, неиспользуемые земли.

Протяженность защищенной береговой полосы составляет 19,822 м: 19,522 км – Северотаганрогский район (Неклиновский район и г. Таганрог) и 0,3 км Южнотаганрогский рай-

он (Азовский район). Ниже дана характеристика сооружений по выделенным аварийным участкам Таганрогского залива, которые сохраняются на берегу и частично или полностью выполняют берегозащитную функцию. Аварийные участки выделялись при скорости абразии или обвальноподолзневых процессов более 2 м/год.

Берегозащитные сооружения северного побережья Таганрогского залива. В с. Весело-Вознесеновка, расположенном на территории Неклиновского района Ростовской области, сооружение представляет собой комбинированную берегозащиту, состоящую из волноотбойной подпорной стенки из железобетонных конструкций длиной 110 м, высотой 2 м; бун длиной 50 м и волнолома из железобетонных конструкций общей длиной 45 м. Стенка сильно разрушена, отступила от обрыва на 1–2 м. Отмечается сильное повреждение материала бетона (трещины, выбоины). Большая часть блоков стенки повалены и разбросаны на пляже. Буна полностью разрушена. На участке волнолома пляж полностью отсутствует. Таким образом, сооружение находится в неудовлетворительном, крайне аварийном состоянии (рис. 1).

Берегозащитное сооружение в прикорневой части Беглицкой косы расположено в основании склона и представляет собой железобетонную волноотбойную стенку, состоящую из 40 П-образных конструкций, каждая размером 2,4 × 0,6 × 1 м (рис. 2). Общая протяженность сооружения составляет 118 м.

Отмечается общая деформация сооружения. Отдельные блоки полностью разрушены и разбросаны по пляжу.

Отмечаются дефекты бетона: разрушен полностью, каменная постель отсутствует полностью. На разрушенных конструкциях отмечены выбоины, трещины, арматура, отдельные блоки пере-



Рис. 1. Берегоукрепление в районе с. Весело-Вознесеновка, спортивно-оздоровительный лагерь «Ивушка»



Рис. 2. Берегозащита из П-образных блоков на аварийном участке в прикорневой части Беглицкой косы

вернуты и хаотично разбросаны по пляжу. Состояние сооружения полностью аварийное.

На аварийном участке от х. Чапаева до х. Русская Слобода берегозащитное сооружение состоит из нескольких разнотипных сооружений, описанных по участкам.

Участок 1. Блоки из известняка протяженностью 27 м. Стенка разрушена полностью, состояние аварийное (рис. 3а).

Участок 2. Железобетонная стенка протяженностью 60 м и высотой 2,2–3 м, состоит из отдельных горизонтальных блоков на бетонных столбиках. На протяжении всего сооружения зафиксированы выбоины, трещины, отмечается деформация конструкций, просадки, горизонтальные смещения. Местами стенку ремонтировали (бетонировали), но и здесь конструкция вновь разрушается. В основании стенка подмыта до 0,5 м по высоте (рис. 3б).

Участок 3. Железобетонный откос, расположенный на волноотбойной стенке. Протяженность конструкции составляет 212 м. Внизу волноотбойная стенка высотой 1,2 м и шириной 1,2 м. На ней бетонный откос высотой 2,5 м. Угол наклона откоса 75°. На отдельных частях стенки (особенно в западной части) основание подмыто, забетонированные стыки разрушаются (рис. 3в). Данное берегозащитное сооружение находится в аварийном состоянии и не выполняет свою функцию.

Берегоукрепление на аварийном участке от п. Красный Десант до х. Новозолотовка состоит из конструкций различного типа, поэтому при описании разделено на 11 участков.

Участок 1. Волноотбойная стенка состоит из заливной бетонно-гравийной смеси высотой 2,4 м. Протяженность стенки 53 м, угол наклона – ср. 15°. Стенка сильно разрушена (особенно в восточной



Рис. 3. Состояние берегозащиты на первом (а), втором (б), третьем (в) участках

части), трещины, выбоины. На стенке видны деформации конструкции в виде выбоин и глубоких диагональных трещин (рис. 4а).

Участок 2. Волноотбойная стенка из бетонных блоков протяженностью 137 м. Бетонные блоки размером $2,4 \times 0,5 \times 0,5$ м поставлены в 2 ряда. Западная часть разрушена на 60 % и находится в аварийном состоянии: блоки деформированы, имеются трещины, выбоины; соединения блоков разрушены, смещены. Центральная часть стенки полностью разрушена. Блоки разбросаны по пляжу и склону (рис. 4б).

Участок 3. Волноотбойная стенка из бетона и строительной смеси протяженностью 120 м, состоит из бетона, гравия, бутового камня. Угол наклона 80° . Высота меняется от 2,6 м в начале до 3 м в западной части сооружения. Через 75 м к берегоукреплению сделан спуск в виде двусторонней каменной лестницы высотой 4 м. Лестница в аварийном состоянии (выбоины, дыры глубиной до 0,5 м) (рис. 4в). Под стенкой промоины глубиной до 1 м.

Участок 4. Волноотбойная стенка из бетоно-гравийной смеси протяженностью 67 м и высотой 3 м. Состояние аварийное, наблюдаются сильные разрушения, местами стенка полностью разрушена, в основании бреша, выбоины, пустоты глубиной до 0,5 м (рис. 4г).

Участок 5. Волноотбойная стенка из бетонных блоков в три ряда сверху залита бетоном на протяжении 101 м. Размер блоков $0,65 \times 0,4 \times 2,4$ м. Общая высота сооружения 2,5 м. На всем протяжении бетонный откос подмыт. Состояние стенки удовлетворительное. На спуске к пляжу имеется лестница, состояние которой оценивается как аварийное из-за сильных разрушений (рис. 4д).

Участок 6. Стенка-кладка из бутового камня протяженностью 170 м. Высота составляет 1,5–

2 м, отмечаются выбоины, трещины, бетон вымыт, местами залит новый. Состояние аварийное (рис. 4е).

С западной стороны стенка ограничена буной, состоящей из бетонных блоков разного размера, длиной 40 м. Оголовок буны сильно разрушен (рис. 4ж).

Участок 7. Откос из бетонных блоков и плит разного размера протяженностью 863 м. Угол наклона – 15° . Самая большая плита $2,5 \times 1,5$ м. Высота сооружения 2,4–3,4 м состоит из железобетонных плит, сложенных в три ряда. Сверху откос залит бетоном. Угол откоса 45° . В центральной части каменная постель разрушена, часть блоков деформирована, проведены ремонтные работы – блоки залиты бетоном, 30 % конструкции находится в аварийном состоянии (рис. 4з). Стенка отстоит от обрыва (высота 15–20 м) на расстоянии 5 м.

Участок 8. Волноотбойная стенка из бетонных блоков протяженностью 86 м состоит из бетонных блоков в 2–3 ряда. Размер блоков $2,4 \times 0,5 \times 0,5$ м. Высота конструкции изменяется от 1 до 1,5 м. Состояние хорошее (рис. 4и).

Участок 9 ограничивает буна длиной 30 м, состоящая из бетонных блоков. Ширина буны – 2 м, в оголовке расширяется до 4 м. Высота буны в основании – 0,5 м, в оголовке – 1 м. Оголовок буны разрушен (рис. 4к). Протяженность участка составляет 390 м и высотой 3 м. В основании располагается двухметровая стенка-кладка из бетона и гравия, на ней бетонные блоки $2,4 \times 0,5 \times 0,5$ м. Состояние аварийное, требует ремонта, постель размыта. Местами сквозные промоины в нижней части сооружения (рис. 4л). В конце участка расположена буна, состоящая из бетонных блоков. Блоки смещены и деформированы, отдельные в оконечности разрушены (рис. 4м).

Участок 10. Бетонный откос из плит, в основании которого находится бетонная стенка протяженностью 578 м и высотой 1 м, имеет высоту 1,5–2,5 м. Состояние сооружения хорошее (до 3-й буны) (рис. 4н).

Участок 11. Бетонный откос на бетонной стенке после буны 3. Плиты деформированы и выброшены на пляж. Постель разрушена полностью,

местами прикрыта трапецевидными бетонными блоками. Берегоукрепление находится в аварийном состоянии (рис. 4о).

Буна длиной 42 м и шириной 3 м составлена из трапецевидных железобетонных блоков. Блоки деформированы, смещены, оголовок разрушен. Перед стенкой пляж шириной 5 м сложен гравийно галечным материалом из известняка (рис. 4п).

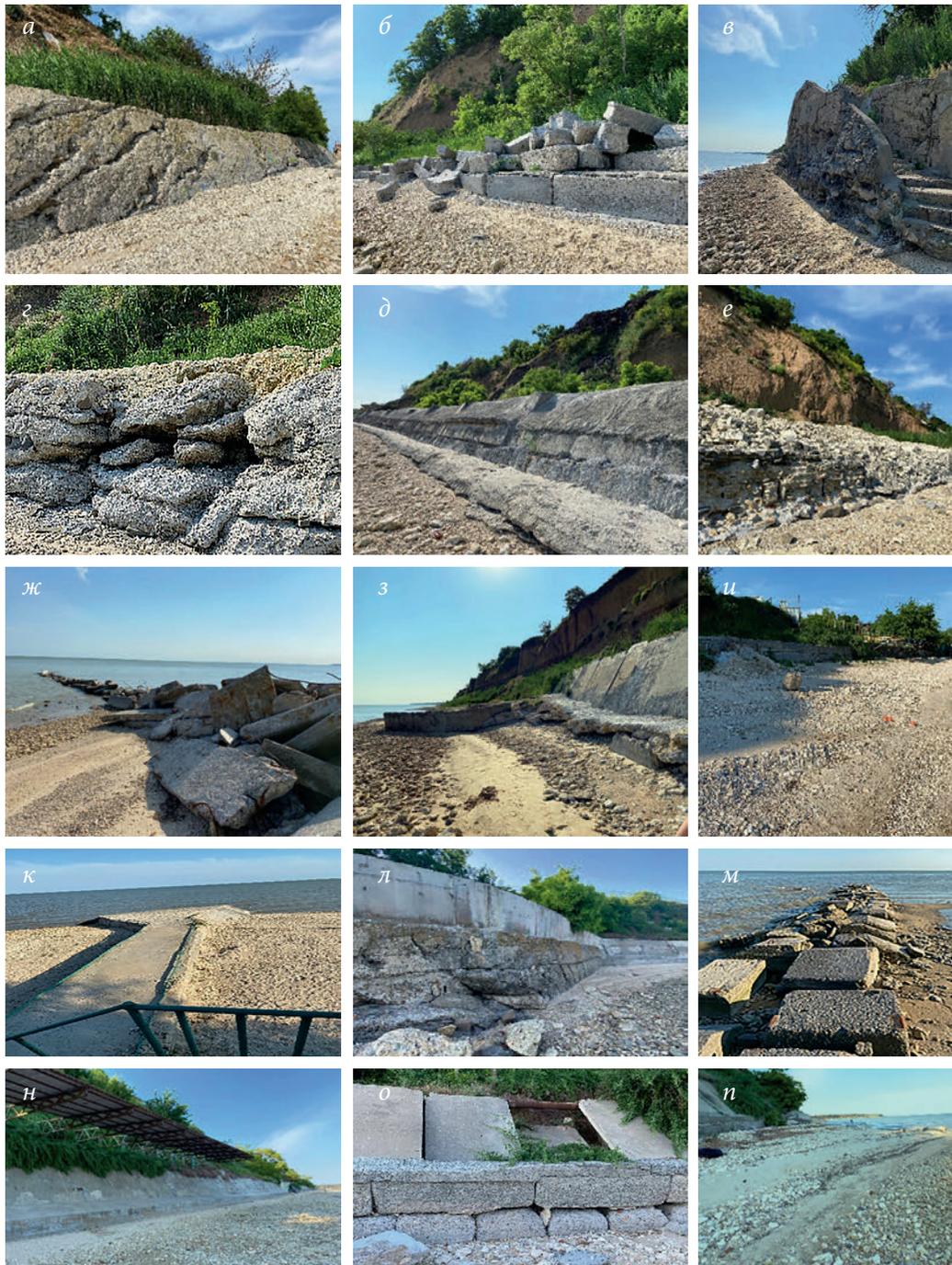


Рис. 4. Берегоукрепление на аварийном участке: п. Красных Десант – х. Новозолотовка: а – первый, б – второй, в – третий, г – четвертый, д – пятый, е, ж – шестой, з – седьмой, и – восьмой, к, л, м – девятый, н – десятый, о, п – одиннадцатый

Берегозащита в районе п. Красный Десант представлена волноотбойной подпорной железобетонной стенкой длиной 82 м. На волноотбойной стенке отмечается наличие дефектов бетона: выбоины, трещины, видна арматура. Сильная деформация сооружения зафиксирована в центральной части, где стенка сильно просела. Основание стенки полностью подмыто. На стыках сооружения отмечаются трещины глубиной до 5 см. Высота над пляжем подмытой части конструкции от 20 до 50 см. В стенке через каждые 6 м имеются дренажные трубы диаметром 15 см (рис. 5).

Берегозащитное сооружение на аварийном участке от косы Петрушина до ТАНТК им. Бериева представлено волноотбойной стенкой, состоящей из П-образных блоков протяженностью 50 м (рис. 6). П-образные железобетонные блоки размером $5 \times 2 \times 1$ м имеют сильное разрушение, даже поставлены вертикально. Наблюдается осадка, наклон, сдвиги блоков конструкции. Общее состояние сооружения катастрофически

разрушено. Дефекты бетона наблюдаются повсеместно, материал сооружения разрушен. Каменная постель, бетонный откос отсутствуют. Зафиксированы многочисленные трещины, арматура торчит из бетона.

Берегозащита с. Петрушино представлена каменной отмосткой (под крестом) (рис. 7а, б) и западнее креста – бетонной стенкой протяженностью 78 м и высотой на западе 2 м, на востоке – 1,5 м (рис. 7в, г).

Основание подмыто полностью, отмечаются выбоины, каверны. Каменная постель размыта полностью, стенка зависла на высоте 24 см от пляжа. Состояние профиля откоса удовлетворительное. Каменная отмостка размыта полностью, плиты разрушены в верхней части.

Берегоукрепление на восточной окраине с. Петрушино представлено бетонным откосом, который выполнен из бетонных блоков протяженностью 220 м. Размер плит – $2,4 \times 1,5 \times 0,5$ м.

Верхний ряд представлен отдельными блоками, разошедшимися на расстоянии 20 см друг



Рис. 5. Разрушенная волноотбойная подпорная железобетонная стенка в районе п. Красный Десант



Рис. 6. Берегозащита в виде П-образной стенки



Рис. 7. Берегозащита в районе с. Петрушино

от друга. Нижний ряд сильно просажен, деформирован. Стенка разрушена, особенно западная оконечность бетонного откоса (рис. 8). Бетон частично разрушен, отмечаются выбоины, трещины. Откос разрушен, проваливается. Отдельные блоки отклоняются от общего положения на 10–15°. Состояние сооружения аварийное.

Берегозащита в Таганроге представлена на 27 участках различными типами берегоукреплений (активные, пассивные, нетрадиционные) протяженностью 16 км (рис. 9). Общее состояние берегоукреплений – аварийное.

На южном побережье Таганрогского залива берегозащита представлена на прикорневой



Рис. 8. Разрушенная берегозащита на восточной окраине с. Петрушино

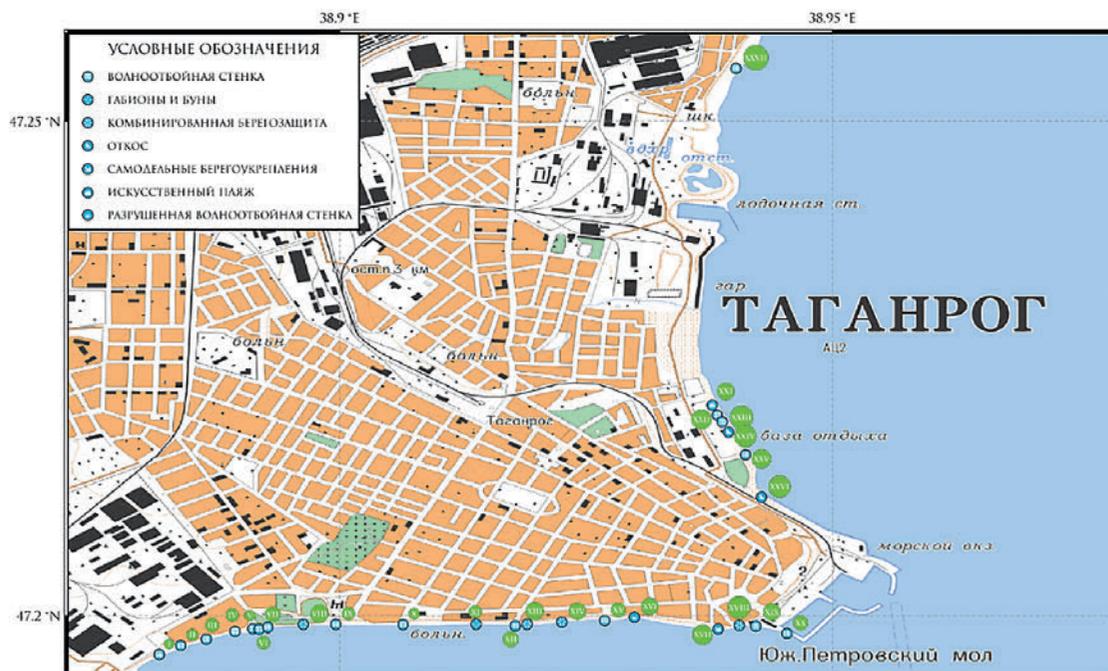


Рис. 9. Карта размещения берегозащитных сооружений в г. Таганроге

части Чумбурской косы из коробчатых габионов с элементами пассивной защиты берега – бунами низкого уровня (полузатопленными), установленными на урезе воды (рис. 10).

В настоящее время стенка из коробчатых габионов общей протяженностью 170 м, примыкающая к основанию косы (западная оконечность х. Чумбур-Коса), имеет высоту 1,5–2,0 м. За разрушенной стенкой возведена новая стенка высотой 2,5 м. Перпендикулярно стенке уложены три буны длиной 5–7 м, головная часть которых разрушена, о чем свидетельствуют вывалившиеся камни перед габионами (рис. 10а). Расстояние между бунами 50 м, между бунами сформировался пляж шириной 5,5 м, сложенный песком и раковинным детритом.

На 2018 г. разрушенная габионная стенка протяженностью 130 м не выполняет своей берегозащитной функции, а, напротив, вызывает размыв пляжей перед габионами и требует скорейшей проектной корректировки (рис. 10б).



Рис. 10. Берегозащита прикорневой части Чумбурской косы: а) современное состояние, б) состояние коробчатых габионов 2018 г.

В целом по состоянию берегозащитных сооружений Таганрогского залива можно отметить аварийное состояние и их малую эффективность по укреплению берегов. В зависимости от целей использования побережья можно дать следующие рекомендации по возможным методам берегозащиты:

- в зонах рекреации создать искусственные пляжи с удерживающими конструкциями. Должны быть предусмотрены регламентированные подсыпки пляжевого материала;
- для защиты промышленных объектов и жилого фонда необходимо создать каменно-набросные бермы;
- необходимо предусмотреть демонтаж неэффективных берегозащитных сооружений или их перекрытие каменной наброской;
- все берегоукрепления, где нет возможности планирования склона, необходимо выдвигать в море путем создания пляжей и каменно-набросных берм.

Публикация подготовлена в рамках научно-исследовательской работы ЮНЦ РАН «Комплексное обследование прибрежной территории береговой линии Таганрогского залива Азовского моря».

**THE CURRENT STATE AND EFFECTIVENESS
OF COASTAL PROTECTION STRUCTURES
ON THE COAST OF THE TAGANROG BAY**

L.A. Bespalova, A.E. Tsygankova, E.V. Bespalova, O.V. Ivlieva, A.R. Ioshpa, D.O. Krivoguz

Southern Federal University, Rostov-on-Don
bespalowaliudmila@yandex.ru; aetsygankova@yandex.ru; elena.bespal@yandex.ru;
ivlieva.o@mail.ru; aioshpa@yandex.ru; krivoguz@sfedu.ru

Abstract. Structures of various types of coastal protection have been erected on the Azov shores since the early 60^s of the 20th century. As a rule, vertical concrete walls, created to protect the shores from abrasion, to support landslide and landslide slopes, are subject to destruction. The ineffectiveness of this method of protection has been repeatedly proven by the practice of coastal protection on the shores of the Sea of Azov. The characteristic of structures that have been preserved on the shore and partially or completely perform a coastal protection function in selected emergency areas with a rate of abrasion or landslide processes of more than 2 m/year is given. The objects are described sequentially (i.e., in the sequence in which they are placed on the coasts): along the northern coast – from the border of Rostov region with Donetsk People's Republic – to the Don Delta; along the southern coast – from the Don Delta to the border of the Rostov region with the Krasnodar Territory. The existing coastal protection structures are mostly in disrepair and are concentrated mainly on the northern coast of the Taganrog Bay. Recommendations are given on possible methods of coast protection. For most structures, it is necessary to provide for the dismantling of inefficient ones or their overlap with a stone outline.

Keywords: coastal protection structures, breakwater walls, slopes, buns, gabions, breakwaters, Taganrog Bay.