

УДК 50.502.6

СОКОЛОВА Я. В., студент, БФУ им. И. Канта  
Г. Калининград

## **ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИКОРНЕВОМ УЧАСТКЕ КУРШСКОЙ КОСЫ, КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ**

Морское побережье Калининградской области — это уникальная природная экосистема с высоким рекреационным потенциалом, но также это одна из самых динамичных и уязвимых территорий, подверженных интенсивному воздействию природных и антропогенных факторов. Прибрежная зона характеризуется сложной динамикой течений, определяемой силой и направлением ветра, а также особенностями рельефа берега. Рыхлые, легко размываемые породы, составляющие основу береговой линии, делают ее крайне уязвимой к волновому воздействию интенсивных штормов. Недостаток песчаных наносов и геолого-гидрологическое строение побережья ускоряют эрозию и разрушение берегов, приводя к потере ценных территорий и снижению туристической привлекательности региона [9].

Актуальность исследования современного состояния и эффективности берегозащитных сооружений в Калининградской области обусловлена необходимостью обеспечения устойчивого развития прибрежных территорий и сохранения экологического баланса.

В качестве объекта исследования выбрано берегозащитное сооружение на прикорневом участке Куршской косы. Данный участок побережья представляет собой зону повышенного риска. До начала строительства берегозащитных сооружений скорость отступления берега здесь достигала 1-1,8 метров в год [6].

Целью исследования являются определение степени эффективности данных сооружений в защите берегов и оценка их текущего состояния.

В рамках исследования использованы данные натурных наблюдений, научные публикации по теме исследования, материалы ФГБУ «Калининградский ЦГМС», АО институт «Заповодпроект» и ГБУ КО «Балтберегозащита». В период полевых исследований проводились фото- и видеофиксация состояния берегозащитных сооружений, а также оценка степени их повреждения. При проведении камеральных работ выполнен сравнительный анализ конструктивных особенностей и эффективности берегозащитных сооружений.

**Методы и принципы исследования.** Протяженность береговой линии Калининградской области составляет 147 км. Из них 39 км — абразионный берег и 108 км — аккумулятивно-размываемый [2].

В соответствии с отечественной морфогенетической классификацией берегов, разработанной учеными А.С. Иониным, П.А. Каплиным и В.С.

Медведевым, берег Калининградской области относится к берегам, формирующимся преимущественно волновыми процессами [3].

В соответствии с этим основными факторами, влияющими на береговую эрозию Самбийского полуострова, являются ветровые нагонные волны и течения. Наиболее интенсивное размывание берегов и значительные донные перемещения песчаных отложений происходят во время кратковременных, но сильных штормов, длительность которых составляет 1-2 дня [1, 8].

Под постоянной защитой существующих берегозащитных гидротехнических сооружений находится 17,6 км берега в Калининградской области [5]. Все сооружения в комплексе создают инфраструктурную составляющую системы берегозащиты Калининградской области, которая весьма разнообразна и многофункциональна [8].

Исследуемый прикорневой участок Куршской косы, расположенный в 40 км от г. Калининграда в восточной части побережья г. Зеленоградска Калининградской области, представляет собой берег аккумулятивно-размываемого типа. Протяженность участка составляет 761 м [5].

Ведущими природными факторами, обуславливающими развитие береговой зоны на данном участке, являются ветро-волновая деятельность и эоловые процессы, приводящие к прорыву тела авандюны, затоплению шоссе и выпадению древостоя. Антропогенные факторы, такие как рекреационная деятельность, также оказывают значительное влияние на динамику береговой зоны, увеличивая нагрузку на экосистему и способствуя эрозионным процессам и деградации природных ресурсов.

Прикорневая зона Куршской косы исторически подвержена риску, так как море неоднократно подмывало авандюну и затапливало шоссе. После сильного шторма зимой 1983 года авандюна была постепенно восстановлена с использованием пескозадерживающих клетей, установленных с обеих сторон бетонных тетраподов, которые и стали основой авандюны [4].

В период с 1985 по 1995 годы для укрепления проблемного участка берега были разработаны новые экспериментальные полупроницаемые волногасители, состоящие из свайно-ячеистых берм различных модификаций, использующих утилизированные автопокрышки и крупный камень. На них также устанавливались пескозадерживающие клетки, что способствовало формированию авандюны [4].

В январе 2022 года произошло пять штормов с средними скоростями ветра от 15 до 20 м/с и максимальными порывами до 26-29 м/с [7]. Эти погодные условия вызвали волновой нагон на морском побережье, где высота волн достигала 3,5-5,5 м, что привело к повреждению и частичному разрушению объектов берегозащиты и инфраструктуры. В некоторых местах размыв достигал 7,2 метра (см. рис. 1а) [4]. На участке длиной 700 метров на протяжении 2 км полностью размытой авандюны Куршской косы были зафиксированы переливы штормовых волн на территорию Зеленоградского городского округа и национального парка. В результате около 1 км леса и автодорога оказались затопленными, а также возникла угроза повреждения или разрушения важных инфраструктурных объектов, таких как линии электропередач и кабели связи [5].

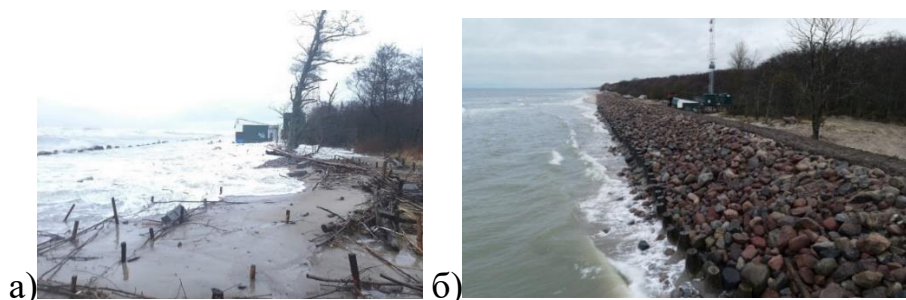


Рисунок 1. Прикорневой участок Куршской косы: а) Перелив морских волн во время шторма 30 января 2022 года; б) Берегозащитные сооружения после завершения аварийно-восстановительных работ в декабре 2022 [4]

В 2022 году авантюна была восстановлена с помощью непроницаемого ядра из специальных геотекстильных мешков, наполненных песчаным материалом. Устройство противофильтрационного экрана было выполнено из геотекстиля. Крепление лицевого откоса было произведено каменной наброской, состоящей из бутового камня. Формирование тыльного откоса выполнялось из местного (пляжного) песчаного материала с креплением гребня и откоса геоматами с подсыпкой растительного грунта и засевом трав (рис. 1б, 2) [5].

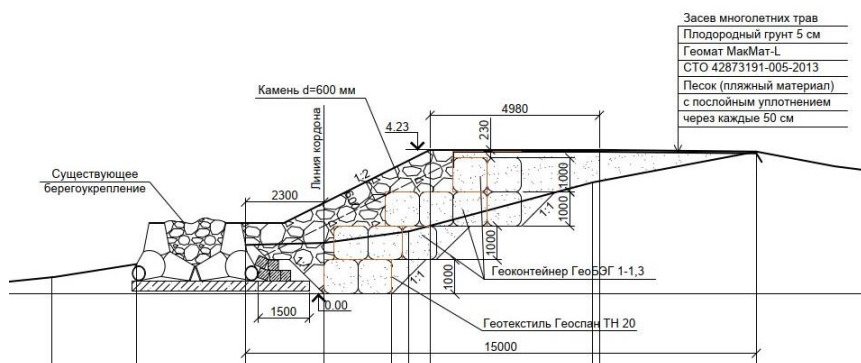


Рисунок 2. Схема конструкции волногасящей бермы на прикорневом участке Куршской косы [5]

В ходе полевых обследований прикорневого участка Куршской косы, проведенных автором в ноябре 2024 года, было установлено, что на протяжении всего участка укрепленной авантюны наблюдаются значительные изменения, вызванные преимущественно влиянием ветро-волновой и рекреационной деятельности.

В процессе натурных исследований было отмечено выступание геоконтейнеров, которые составляют конструкцию авантюны (рисунок 3а, 3б). Кроме того, были выявлены повреждения геотекстиля, который используется в качестве фильтра и защитного слоя для предотвращения вымывания песка. Эти повреждения могут снизить устойчивость авантюны и увеличить риск эрозионных процессов.

Вдоль волногасящей бермы также были обнаружены бетонные блоки с выступающей арматурой и фрагменты кирпичных стен, что представляет собой потенциальную угрозу не только для экосистемы региона, но и для безопасности

людей, находящихся вблизи данной зоны. Вырванные стволы деревьев указывают на следы разрушительных процессов ветро-волновой деятельности моря (рисунок 3в, 3г, 3д).

На отдельных участках наблюдается явное разрушение авандюны, что происходит из-за забега волн за волногасящую берму. Это явление может привести к дальнейшему ухудшению состояния береговой линии и потере территории (рисунок 3е).

В рамках проведенного исследования было установлено, что на некоторых участках наблюдается намыв пляжа, достигающий длины до 5 метров (рисунок 3ж). Особенно значительный намыв фиксируется в конце волногасящей бермы, где длина пляжа составляет 18-20 метров (рисунок 3з). Следует при этом отметить, что реализация проекта по строительству волногасящей бермы привела к сокращению длины аварийного участка на 700 метров.

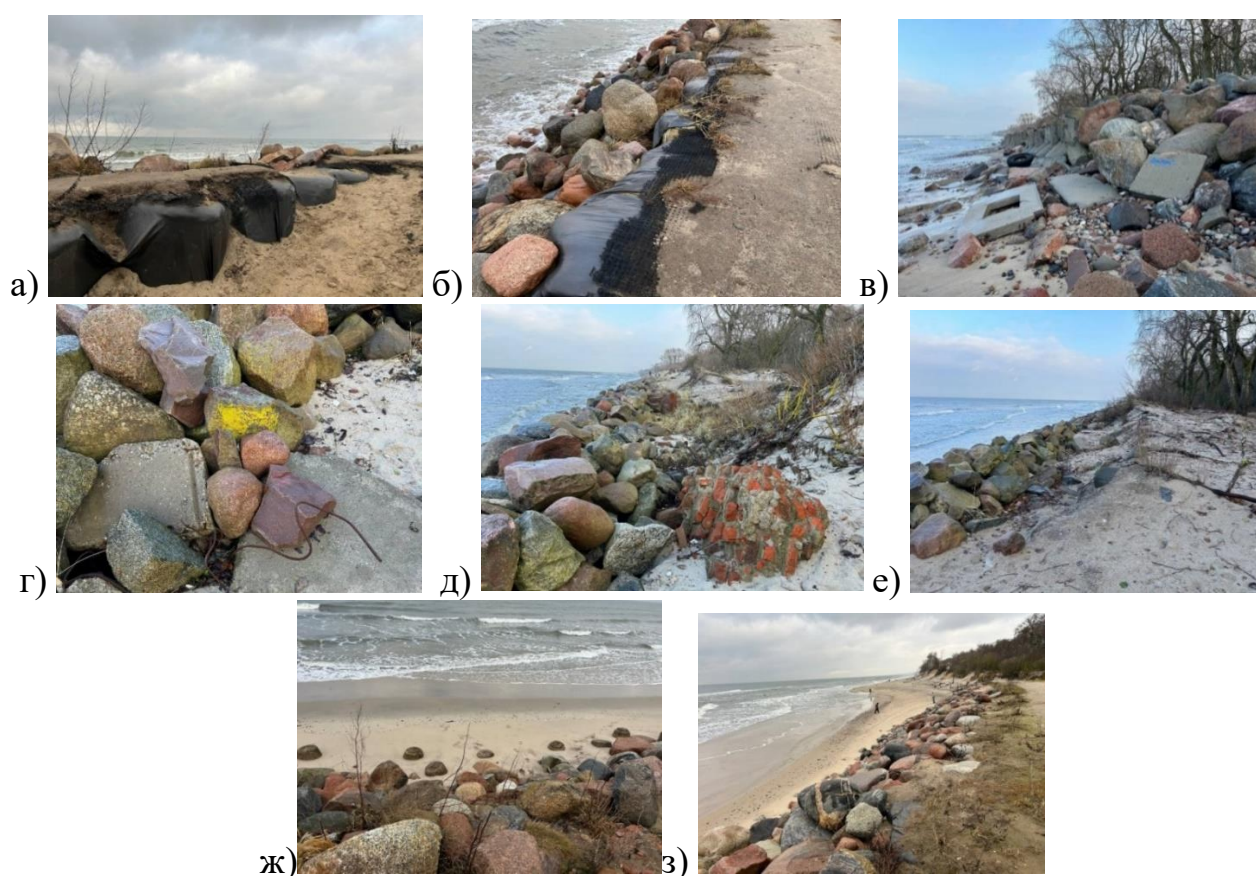


Рисунок 3. Натурные исследования прикорневого участка Куршской косы, ноябрь 2024 г.:

а, б) выступления геоконтейнеров из тела авандюны; в, г, д) обломки бетонных конструкций, стволы деревьев, фрагменты кирпичных стен; е) подмыв авандюны; ж) намыв пляжа  $L \approx 5$  м; з) намыв пляжа  $L \approx 18-20$  м.

Итак, проведенные натурные исследования на прикорневом участке Куршской косы позволяют говорить об эффективности использования волногасящей бермы, построенной из крупного камня, для снижения воздействия морских волн на авандюну. Кроме того, применение геоконтейнеров в сочетании с отсыпкой из горной массы усиливает защитные

свойства берега, снижая энергию волн и предотвращая затопление территорий. Каменные материалы, используемые в таких сооружениях, обладают высокой прочностью и долговечностью, что делает их особенно подходящими для эксплуатации в условиях агрессивного морского воздействия. На некоторых участках наблюдался намыв песчаного пляжа шириной до 20 метров, что свидетельствует о положительном эффекте применяемой конструкции.

В ходе натурных обследований были выявлены следующие нарушения: выступание и частичное оголение геоконтейнеров, повреждения геотекстиля, наличие бетонных блоков с выступающей арматурой и фрагментами кирпичных стен, а также вырванные стволы деревьев. Эти нарушения обусловлены как активной ветро-волновой деятельностью, особенно в условиях штормов, так и антропогенным воздействием, вызванным увеличением числа туристов, что приводит к дополнительной нагрузке на хрупкую экосистему Куршской косы. Выявленные повреждения существующих берегозащитных сооружений подчеркивают важность регулярного мониторинга, позволяющего своевременно выявлять потенциальные проблемы на ранних стадиях и оперативно принимать меры для их устранения.

#### Список литературы:

1. Басс О. В. Современная концепция берегозащиты и проблемы гидротехнического строительства на морских берегах Калининградской области // Гидротехника. 2012. № 3 (28). С. 68-70.
2. Бурнашов Е. М. Современная динамика и геоэкологическое состояние морского берега Калининградской области : дис. ... канд. геогр. наук. Барнаул, 2011.
3. Ионин А.С., Каплин П.А., Медведев В.С. Классификация типов берегов Земного шара (применительно к картам физико-географического атласа мира) // Тр. Океанографической комиссии АН СССР. 1961. Т. 12. С. 94–108.
4. Официальный сайт ГБУ КО «Балтберегозащита» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bbz39.ru/kartyshevy>.
5. Проектная документация (Раздел №3, том 2, 1010с-ТКР), АО институт «Запводпроект».
6. СП 277.1325800.2016 Сооружения морские берегозащитные. Правила проектирования.
7. ФГБУ «Калининградский ЦГМС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteo39.ru/>.
8. Karmanov K. V., Burnashov E. M., Chubarenko B. V. Contemporary dynamics of the sea shore of the Kaliningrad Oblast // Archives of Hydroengineering and Environmental Mechanics (AHM). 2018. Vol. 65, № 2. P. 143—159.