

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 6 / 2023, Vol. 15, Iss. 6 <https://esj.today/issue-6-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/107NZVN623.pdf>

1.6.21. Геоэкология (технические науки)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Савенкова, А. И. Исследование развития опасных процессов побережья Таганрогского залива /  
А. И. Савенкова, М. А. Савенкова, С. А. Воляник // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 6. —  
URL: <https://esj.today/PDF/107NZVN623.pdf>

**For citation:**

Savenkova A.I., Savenkova M.A., Volyanik S.A. Study of the development of dangerous processes along the coast of the Taganrog Bay. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(6): 107NZVN623. Available at: <https://esj.today/PDF/107NZVN623.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 550

**Савенкова Анна Игоревна**

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»  
Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения, Таганрог, Россия  
Старший преподаватель кафедры «Техносферная безопасность и химия»  
E-mail: annushka\_koroleva@mail.ru

**Савенкова Мария Андреевна**

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», Ростов-на-Дону, Россия  
Доцент кафедры «Химия»  
Кандидат химических наук, доцент  
E-mail: him@rgups.ru

**Воляник Светлана Алексеевна**

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», Ростов-на-Дону, Россия  
Заведующий кафедрой «Химия», доцент  
Кандидат технических наук, доцент  
E-mail: svetavolyanik@bk.ru

## Исследование развития опасных процессов побережья Таганрогского залива

**Аннотация.** Данная статья посвящена исследованию развития опасных процессов в прибрежной зоне Таганрогского залива Азовского моря. Основное внимание уделяется процессам абразии, оказывающим существенное влияние на состояние достаточно уязвимой экосистемы — прибрежной территории. В работе рассматривается структура прибрежной территории Таганрогского залива, факторы, способствующие развитию абразии, такие, как природные условия, воздействие водных масс и антропогенные факторы.

В рамках настоящего исследования авторами проведён анализ динамики изменения прибрежной зоны, а также выявлены основные причины ускоренного разрушения береговой линии. Особое внимание уделено методам мониторинга и прогнозирования развития опасных процессов на побережье. Авторами рассмотрены современные технологии и методики, используемые для оценки и анализа динамики изменений прибрежной зоны Таганрогского залива.

В статье также представлен обзор существующих методов борьбы с абразией в прибрежной зоне Таганрогского залива: инженерные решения — строительство защитных сооружений, а также экологически ориентированные подходы, в частности, реставрация

природных барьеров, восстановление прибрежных растительных поясов. Рассмотрены виды берегоукрепительных сооружений, применяемых для защиты побережья в г. Таганроге, и выполнена оценка их состояния. Предложены мероприятия по снижению развития абразионных процессов на побережье г. Таганрога.

Проведённое исследование выявило необходимость комплексного подхода к проблеме сохранения береговой зоны, представляющего собой синтез инженерных и природных методов борьбы с абразией, а также вовлечение общественности в мониторинг и управление прибрежными ресурсами. Полученные результаты могут служить основой для разработки эффективных стратегий устойчивого развития прибрежных территорий, обеспечивая сохранение природных ресурсов и устойчивость береговой линии.

**Ключевые слова:** абразия; экзогенные геологические процессы; берегоукрепительные сооружения; антропогенные факторы; слагающие породы; гидрологический и ветровой режимы; обвально-осыпные процессы; оползневый процесс; экологический мониторинг

### Введение

Настоящая работа посвящена исследованию проблем развития опасных экзогенных геологических процессов и оценки состояния и эффективности берегоукрепительных мероприятий на побережье Таганрогского залива Азовского моря в границах города Таганрога.

Актуальность выбранной темы состоит в том, что абразионные обвально-оползневые процессы широко распространены в береговой зоне города Таганрога, и оказывают негативное воздействие на прибрежную зону и способствуют возникновению чрезвычайных ситуаций в связи с разрушением прилегающих строений и сооружений.

В последнее время на северном побережье моря в связи с уникальным рельефом береговой зоны и усилением антропогенного воздействия на естественный режим питания, происходит обострение геоморфологических процессов: усиление абразии, размыв пляжей в береговой зоне, активизация обвально-оползневых процессов [1].

Негативные изменения состояния берегов и пляжей, и, как следствие, разрушение зданий и коммуникаций в береговой зоне наносит экологический и экономический ущерб. В связи с этим актуальной является задача оценки современных изменений морфологии берегов.

Существующие берегоукрепительные сооружения на побережье города Таганрога, направленные на стабилизацию берегового склона, находятся в полуразрушенном состоянии и требуют реконструкции, а на некоторых участках отсутствуют вовсе.<sup>1</sup>

Объектом исследования является береговая зона северной части Таганрогского залива Азовского моря на участке в границах города Таганрога Ростовской области.

Предметом исследования являются геоморфологические процессы и берегоукрепительные сооружения на побережье Азовского моря Таганрогского залива в границах города Таганрога.

Целью данного исследования является оценка эффективности берегоукрепительных мероприятий, проводимых в городе Таганроге, в зависимости от развития экзогенных геологических процессов, а также разработка мероприятий по их усовершенствованию.

---

<sup>1</sup> Технический отчет о проведении работ по наблюдению за береговыми процессами Азовского моря на территории Ростовской области и Краснодарского края / ФГУ «Азовморинформцентр». — Таганрог. — 2022. — С. 120 (дата обращения 02.11.2023).

Для достижения цели определены следующие задачи:

1. Оценить настоящее состояние береговой зоны.
2. Выявить основные факторы, воздействующие на процесс обрушения берега (абразия, оползни, обвалы и осыпи).
3. Исследовать влияния антропогенной деятельности человека на развитие экзогенных геологических процессов на западном побережье.
4. Рассмотреть мероприятия по снижению последствий развития природных процессов морского берега в городе Таганроге.
5. Оценить состояние берегоукрепительных сооружений и выявить наиболее эффективные.

## Материалы и методы

### Анализ современного состояния и динамики обрушения склонов побережья Азовского моря в границах г. Таганрога

Береговая зона Азовского моря содержит обширные природные ресурсы и представляет собой объект интенсивной хозяйственной деятельности.

Несмотря на такое положение, большая часть текущих и долгосрочных проектов не включают мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов прибрежно-морских зон.

Значительная часть прибрежной территории характеризуется неблагоприятной экологической обстановкой. Под угрозой находится среда обитания и воспроизводства морской биоты [2; 3].

Берега Азовского моря отличаются по своим геоморфологическим признакам, в основном это абразионный, абразионно-оползневой, аккумулятивный и нейтральный тип. Длина абразионных и абразионно-оползневых берегов составляет 227 км, аккумулятивных — 230 км. Относительно устойчивые берега имеет длину 116 км.

Отличительной особенностью современной динамики берегов Азовского моря является преобладание абразии. Размыту подвержены не только коренные берега, но и аккумулятивные формы. На значительном протяжении Азовского побережья активно протекают обвальноподолзневые процессы. Средняя скорость размыва берега достигает 3–4 м/год, максимальная — до 6–8 м/год [4].

Значительные нагонные колебания уровня существенно усиливают абразионный эффект воздействия штормовых волн на берега. Этому способствует также и геологическое строение берегов, сформированных преимущественно лессовидными суглинками и глинами. Результатом сочетания вышеуказанных факторов являются высокие темпы абразии береговой линии даже при незначительном волновом воздействии [5].

Город Таганрог составляет основную часть площади Таганрогского мыса. Береговая зона в пределах г. Таганрога имеет протяжённость около 17 км. Здесь на берегу расположены в основном капитальные промышленные здания, жилые дома, и частично парковые насаждения. В приурезовой зоне располагаются портовые сооружения, причалы, а также пляжи. На отдельных участках берега возведены берегозащитные сооружения. Этот отрезок береговой зоны очень сильно преобразован и представляет собой комплекс типичных техногенных ландшафтов. В его морфологии и динамике определяющим является целенаправленная антропогенная деятельность.

Современные техногенные нагрузки на этом отрезке берега очень велики и часто превосходят допустимые. В то же время береговая зона подвержена интенсивному волновому разрушению, затоплению паводковыми и нагонными водами. С учетом вышеуказанного особенно актуальна проблема берегозащиты в связи с абразионно-обвальным разрушением, особенно на юго-западном и северо-восточном побережье Таганрога. Существенной техногенной трансформации в районе г. Таганрога подвержена не только надводная часть береговой зоны, но и дно прилегающей акватории. Подводный склон изрезан сетью подходных каналов, осложнен искусственными выемками, отсыпками, подводными свалками грунта [2].

Присутствие неогеновых песчано-глинистых отложений в береговых склонах города Таганрога также является причиной широкого развития абразионно-оползневых процессов. Абразионный тип берега соответствует выходам лессовидных суглинков и скифских глин. Средняя скорость абразии северного побережья Таганрогского залива 0,1–0,5 м/год, максимальная — 2 м/год.

В соответствии с проведенным анализом результатов мониторинга наибольшая активизация абразионных и оползневых процессов происходила на четырех участках наблюдения.

Измерения проводились с помощью репера от привязанных на местности 4-х точек наблюдения (ТН):

1. Точка наблюдения (ТН) № 1 (г. Таганрог, ПГК № 21 — Инструментальная, 25б) — Координаты репера сш 47 011,330/, вд 38 053,002/. Расстояние от ТН до береговой линии — 4,8 м. ТН установлен в 2010 г. В 2010 г. расстояние от ТН до кромки обрыва составляло 4 м. За весь период наблюдения с 2010 г. береговая линия передвинулась в глубь суши на 1,8 м. Берегозащитное сооружение на данном участке отсутствует.

2. ТН № 2 (г. Таганрог, пер. 6-й Щемиловский, 3, замер от фундамента гаража). Расстояние от ТН до береговой линии — 4,3 м. Координаты ТН сш 47 012,001/, вд 38 055,887/. ТН установлена 14.01.2010 г., расстояние от ТН до кромки обрыва составляло 6,8 м. За весь период наблюдения с 14.01.2010 г. береговая линия передвинулась в глубь суши на 2,5 м. Берегозащитное сооружение разрушено.

3. ТН № 3 (г. Таганрог, пер. 3-й Щемиловский, 10, замер от фундамента здания). Расстояние от ТН до береговой линии — 5,9 м. Координаты ТН сш 47 012,101/, вд 38 055,887/. ТН установлена в 14.01.2010 г., расстояние от ТН до кромки обрыва составляло 5,9 м. За весь период наблюдения береговая линия передвинулась в глубь суши на 2,1 м. Берегозащитное сооружение разрушено.

4. ТН № 4 (г. Таганрог, ул. Новикова, 35, 36, 37 замер от столба забора). Расстояние от ТН до береговой линии — 14,2 м. Координаты ТН сш 47 015,848/, вд 38 056,788/. ТН установлена в 2007 г. В 2007г. расстояние от ТН до кромки обрыва составляло 5,3 м. Береговая линия за весь период наблюдения с 2007 г. переместилась в сторону суши на 1,7 м. Берегозащитное сооружение на данном участке отсутствует [3].

### **Исследование экзогенных геологических процессов (ЭГП) и анализ факторов, вызывающих абразию на побережье в границах г. Таганрога**

В последние десятилетия берега Таганрогского залива интенсивно разрушаются под воздействием как природных, так и антропогенных факторов.

Интенсивно развиваются процессы абразии, прогрессируют обвалы и осыпи. В пределах Ростовской области более 50 % береговой зоны Таганрогского залива Азовского моря находится в зоне повышенного геологического риска (из-за волновых разрушений, обвально-оползневых процессов, затопления и подтопления паводковыми и нагонными водами).

Современные экзогенные геологические процессы проявляются в последовательном и закономерном формировании и изменении рельефа земной поверхности, химического состава и строения земной коры. Многообразии ЭГП, интенсивность и активность их проявления обусловлена разнообразием природных условий — геологического строения, геоморфологии, климатических факторов, и, безусловно, тесно связана с антропогенной деятельностью в прибрежной зоне [6].

На территории северного побережья Таганрогского залива в г. Таганроге можно выделить следующие виды ЭГП, перечисленные в таблице 1.

Таблица 1

**Виды ЭГП в Таганрогском заливе**

Класс	Подкласс	Тип
Процессы, связанные с действием силы тяжести	Движение с потерей контакта со склоном	Обвалы, осыпи
	Движение без потери контакта со склоном	Оползни
Процессы, связанные с действием	Моря	Абразия
		Движение
Поверхностных вод	Водотоки	Наносов
		Склоновый
		Смыв, эрозия

*Составлено авторами*

Рассмотрим вклад данных ЭГП в развитие опасных процессов береговой зоны Таганрогского залива.

Обвально-осыпные процессы развиты почти на всем протяжении берегового склона, за исключением спланированных территорий, укрепленных гидротехническими сооружениями.

Основной причиной этих процессов является морская абразия. Обвально-осыпные процессы характеризуются достаточно высокой интенсивностью, так как береговые склоны сложены в верхней и средней частях лессовидными суглинками. В данном процессе происходит разрыхление материала с последующим размывом морской водой, в результате горные массы уносятся морским течением, а образование обвально-осыпных явлений возобновляется.

Оползневой процесс — сползание масс горных пород по склону или откосу под воздействием силы тяжести, гидродинамического давления, сейсмических и других сил, что приводит к нарушению их устойчивости.

При разработке противооползневых мероприятий необходимо учесть все причины, приводящие к образованию оползня и условий, способствующих его активизации.

Как показывает опыт, добиться стабилизации оползня можно только применением целого комплекса противооползневых мероприятий [3].

Процесс разрушения берегов морей, водохранилищ под воздействием волноприбойной деятельности — абразия, существенно ухудшает инженерно- геологические условия береговой зоны.

На основании проведенного исследования можно выделить основные условия, приводящие к возникновению и развитию абразии:

- геологические (химический состав и структура горных пород, условия их залегания, тектоника, распределение рыхлого материала в береговой зоне и его состав);
- геоморфологические (рельеф подводного берегового склона и побережья, ориентировка береговой линии);
- гидрологические (размеры водной поверхности, режим уровня воды, ледовый режим, интенсивность волноприбойных явлений);
- ветровой режим;
- антропогенные (движение судов, строительство в береговой зоне, подработка склонов, распашка склонов).

На описываемой территории абразионные процессы развиты весьма широко. Побережья Таганрогского залива сложены, в основном, легко разрушающимися породами — глинами, супесями, лессовидными суглинками. Вдоль отвесных берегов, сложенных этими породами часто образуются волноприбойные ниши с последующим обваливанием, находящихся над ними масс горных пород. Отступление береговой линии при абразионно-обвальных процессах приводит к формированию подводного берегового склона, близкого к профилю равновесия, что способствует затуханию процессов абразии. Активизация процесса связана с подъемом уровня воды и штормовой активностью при соответствующем направлении ветра.

Рассмотрим основные причины опасных деструктивных процессов — они имеют как природное, так и техногенное происхождение. К числу причин природного характера нужно отнести:

- изменение климатических условий и, как следствие, увеличение повторяемости западных штормов и нагонов, изменение водного баланса Азовского моря и вызванное этим повышение уровня Таганрогского залива;
- неблагоприятная геологическая обстановка — широкое распространение легкоразмываемых суглинистых отложений в береговых обрывах, малые мощности песков, дефицит пляжеобразующего материала.

К числу основных техногенных факторов относятся:

- интенсивное освоение побережья различными землепользователями зачастую без учёта природных особенностей береговой зоны;
- высокая плотность населения, достигающая 613 чел./км<sup>2</sup> на побережье города Таганрога;
- неудовлетворительное состояние системы ливневых канализаций;
- неэффективность и аварийное состояние значительной части существующих берегозащитных сооружений [3].

### **Характеристика берегоукрепительных мероприятий, применяемых в г. Таганроге**

Берегозащитные сооружения — сооружения, возводимые с целью стабилизации и защиты от абразии берегового склона и прилегающей к нему территории суши с находящимися

на ней сооружениями различного назначения либо ценными природными ландшафтами, восстановления, расширения и стабилизации естественных и искусственных пляжей [7].

В соответствии с этим берегозащитные сооружения, применяемые в городе Таганроге можно разделить на три основных вида:

1. Берегоукрепительные — волноотбойные и подпорные стены, откосные и ступенчатые покрытия, волногасящие щиты из камня и фасонных массивов, бермы, сооружения из проницаемых конструкций (габионы).
2. Пляжеудерживающие — буны, подводные волноломы с траверсами, подводные банкеты.
3. Комплекс берегозащитных сооружений, состоящий из берегоукрепительных и пляжеудерживающих конструкций.

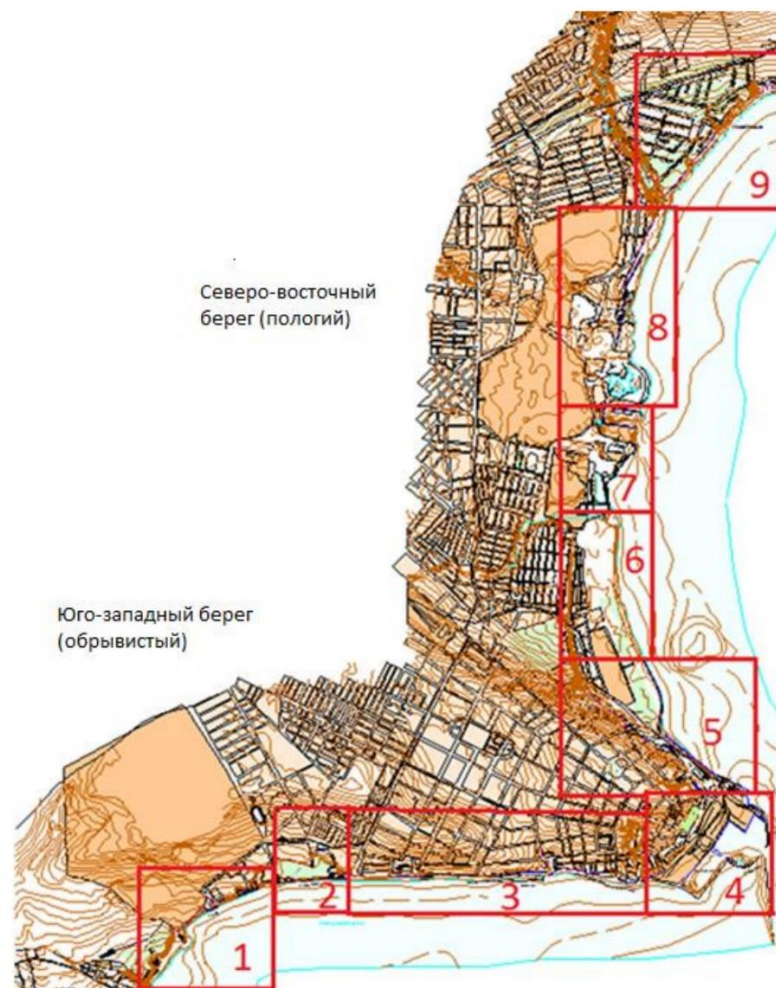
При выборе типа берегозащитных сооружений должны учитываться природные условия литодинамической системы и ограничения, продиктованные требованиями экологии и рационального использования природных ресурсов, обеспечения водообмена и санитарно-гигиеническими нормами на акватории расположения сооружений и технико-экономическими возможностями строительных организаций.

## Результаты и обсуждение

### Анализ берегозащитных сооружений города Таганрога

По геоморфологическим признакам можно выделить следующие участки берегового склона (рис. 1):

1. Участок абразионного, защищенного берегового склона (ОАО «ТАНТК имени Г.М. Бериева» до ч/в Мардахаева, протяженностью 1 805,0 м.
2. Участок устойчивого, стабилизовавшегося берегового склона с активной эрозией морского берега и абразией подводного склона (ч/в Мардахаева — л/к «Фарватер» (переулок Смирновский), протяженностью 727,0 м.
3. Участок с абразионным, абразионно-обвальным типом берегового склона (л/к «Фарватер» (пер. Смирновский) — бывший Таганрогский рыбзавод), протяженностью 3 044,0 м.
4. Участок устойчивого, стабилизовавшегося, защищенного берегового склона (бывший Таганрогский рыбзавод — Комсомольский бульвар), протяженностью 2 215,0 м.
5. Участок с оползневый типом берегового склона (верхний уступ), как реакция на техногенные изменения (Комсомольский бульвар — Биржевой спуск), протяженностью 1 150,0 м.
6. Участок пологого, устойчивого, стабилизовавшегося берегового склона (Биржевой спуск — устье б. Малая Черепаха), протяженностью 2 205,0 м.
7. Участок невысокого, пологого берегового склона с техногенным уступом морского берега, прилегающего к низменной террасе (устье б. Малая Черепаха — бухта Андреева), протяженностью 1 980,0 м.
8. Участок с абразионным типом берегового склона (бухта Андреева — устье балки Валовая), протяженностью 2 375,0 м.
9. Участок устойчивого, стабилизовавшегося берегового склона (балка Валовая — СВ граница г. Таганрога), протяженностью 1 900,0 м [2].



**Рисунок 1.** Карта-схема города Таганрога. Участки берегового склона (предоставлено комитетом по архитектуре и градостроительству г. Таганрога)

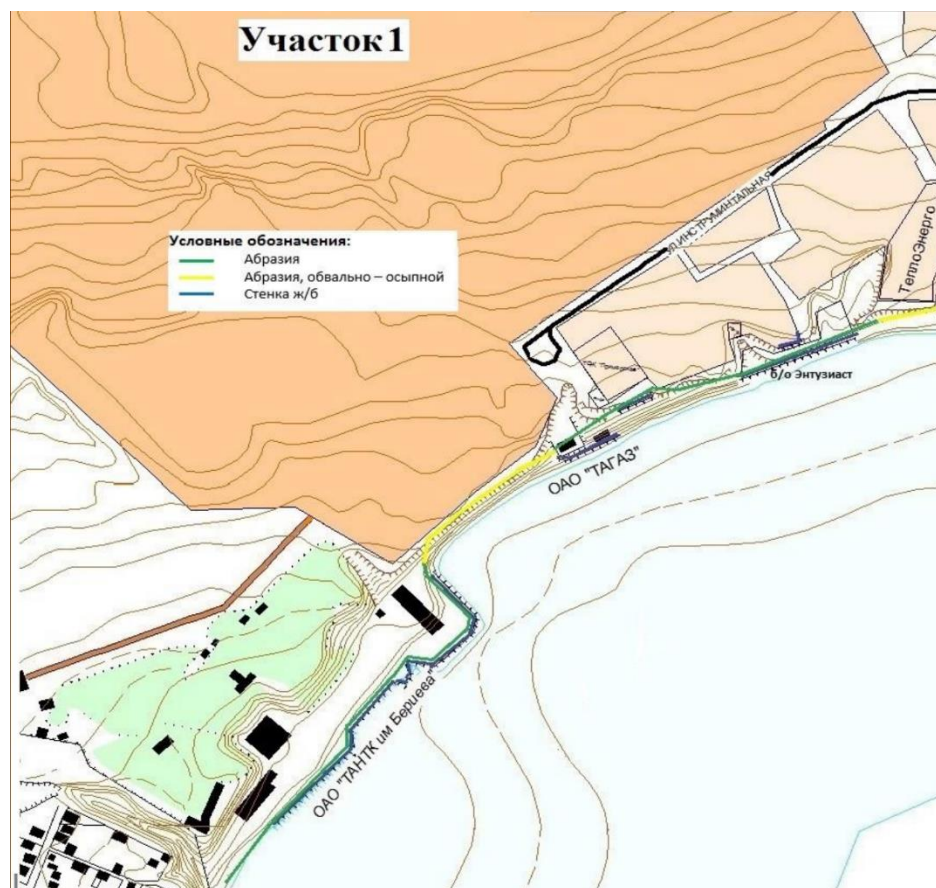
Рассмотрим более подробно участок 1 (рис. 2).

Участок береговой зоны от ОАО «ТАНТК имени Г.М. Бериева до частного владения Мардахаева.

Участок береговой зоны от ОАО «ТАНТК имени Г.М. Бериева» до частного владения Мардахаева, протяженностью 1 805,0 м, имеет абразионный, пологий, на 60 % защищенный береговой склон. Береговой склон постепенно понижается с востока на запад от 22,0 м до 11,0 м. Пляж шириной от 4,0 до 27,0 м. Пляжевые отложения маломощные (0,1–0,2 м), представлены галькой, и щебнем известняка-ракушечника с песчаным, песчано-илистым отложением, местами имеет каменную наброску из обломков кирпичей, камней и валунов.

Берегозащитные сооружения на данном участке представлены:

- подпорным берегозащитным сооружением (гидробаза, слип из ж/б), общей длиной 760,0 м — ОАО «ТАНТК» имени Г.М. Бериева;
- волноотбойной стенкой из ж/б, длиной 150,0 м — ОАО «ТАГАЗ»;
- берегозащитной стенкой из ж/б, длиной 70,0 м — ТСЖ «Приморское»;
- волноотбойной стенкой, длиной 205,0 м с 3-мя слипами — б/о «Энтузиаст» и ООО «Логика-Строй».



*Рисунок 2. Участок № 1 (предоставлено комитетом по архитектуре и градостроительству г. Таганрога)*

### **Общая характеристика берегозащитных сооружений и современное состояние береговой полосы**

В прибрежной зоне Таганрогского залива в границах г. Таганрога на вышеуказанных участках в течение нескольких лет проводились берегоукрепительные работы с учётом особенностей строения юго- западного и северо-восточного побережья.

Рассмотрим северо-восточное и юго-западное побережье по отдельности, так как они различны по своим геоморфологическим признакам, и, соответственно, нуждаются в различных комплексах берегоукрепительных сооружений.

Северо-восточный берег пологий, его высота не превышает 4–6 м. Из пяти участков, расположенных на восточном побережье, наиболее защищенным является участок от балки Малая Черепаша до бухты Андреева (участок № 7).

На данном участке расположены хозяйственные постройки, лодочные кооперативы: «Шторм», «Отдых», «Фрегат». Период ввода комплекса гидротехнических сооружений (ГТС) (волноотбойная стенка из ж/б и слипа) в эксплуатацию (в том числе временную, постоянную) — 1957 г.

Участок ВХО лодочный кооператив «Шторм»:

- слип № 1 шириной 6 м из ж/б конструкций;
- слип № 2 шириной 6 м из ж/б конструкций;

- волноотбойная стенка  $L = 625$  м,  $H = 2-4$  м из монолитного бетона и металлических щитов.

Участок ВХО лодочный кооператив «л/с Отдых»:

- слип № 1 шириной 5 м из монолитного бетона;
- слип № 2 шириной 5 м из монолитного бетона;
- волноотбойная стенка длиной 158 м, высотой 3–4 м из шлака и металлических щитов.

Участок ВХО лодочный кооператив «Фрегат»:

- слип № 1 шириной 5 м из ж/б конструкций;
- слип № 2 шириной 5 м из ж/б конструкций;
- волноотбойная стенка  $L = 255$  м,  $H = 4$  м из монолитного бетона и металлических щитов.

Несмотря на значительный срок службы (66 лет) вышеуказанные гидротехнические сооружения находятся в удовлетворительном состоянии, нуждаются в небольшой реконструкции. Таким образом, можно сделать вывод, что данные ГТС эффективны и выполняют свои основные функции берегозащиты и укрепления. Наиболее остро стоит проблема берегозащиты на юго-западном побережье города Таганрога, так как практически все ГТС находятся в полуразрушенном состоянии, либо отсутствуют вообще.

Разрушение берега представляет собой серьёзную опасность для всей экосистемы города, при этом происходит разрушение зданий и коммуникаций. В результате развития опасных экзогенных геологических процессов город теряет рекреационные зоны, и происходит загрязнение акватории Таганрогского залива продуктами абразии [8].

Протяжённость побережья города Таганрога составляет 17 км, и, как показывают проведённые исследования, негативным последствиям подвержена практически вся прибрежная территория, нуждаются в реконструкции около 70 % берегоукрепительных сооружений. Реконструкция и установка новых берегоукрепительных и противооползневых сооружений необходима для данного района, так как на протяжении всего побережья расположены жилые застройки и такие крупные предприятия как ОАО «ТАНТК имени Бериева», ОАО «ТАГАЗ», множество баз отдыха и пляжей, лодочных станций, а также детская многопрофильная больница. Чтобы защитить постройки от разрушения и укрепить побережье города, необходимо на протяжении берегового склона осуществить комплекс мероприятий по берегоукреплению, включающий берегоукрепительные и пляжеудерживающие конструкций.

### **Разработка инженерных мероприятий по снижению развития опасных процессов в прибрежной зоне Азовского моря в границах г. Таганрога**

С целью снижения негативного воздействия на состояние прибрежной зоны г. Таганрога предлагается использование следующих конструкций.

Берегоукрепительные конструкции:

- укрепление берегового склона геотекстильной решеткой с грунтовым наполнителем;
- установка подпорной стенки из коробчатых габионов;
- прокладка ливневой канализации.

- пляжеудерживающие конструкции;
- установка волноломной стенки;
- установка бунов.

В месте соединения береговой полосы с естественными пляжами предлагается построить комплекс берегоукрепительных сооружений состоящий из: подпорной стенки из коробчатых габионов. Так же для гашения волн, которые во время южного или юго-западных ветров, а особенно во время нагонных явлений достигают берегового откоса, необходимо на расстоянии 40–50 м от береговой полосы построить фильтрующую волноломную стенку, которая будет способствовать и естественному намыву пляжа. На самом береговом склоне после формирования рельефа целесообразно применить геотекстиль. Нетканые геотекстильные материалы используют для усиления склонов с углом наклона до 60 градусов, что характерно для рассматриваемого склона Таганрогского залива.

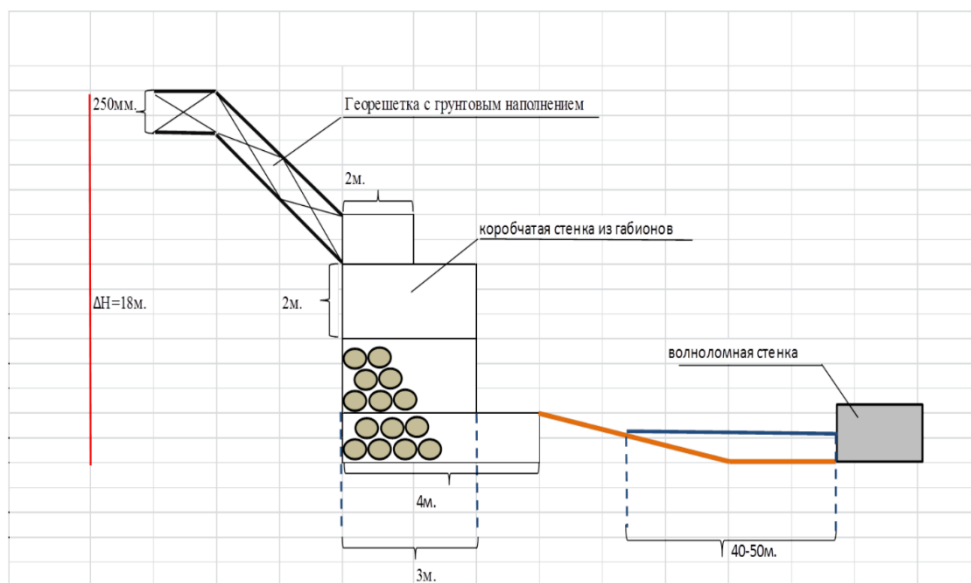
Под воздействием нагрузки происходят существенные изменения грунтов — смещение и нарушение внутренней структуры. Использование габионов позволит армировать и укрепить грунт, повышая устойчивость склонов практически любого уклона.

Габионы — это экологическая модульная система армирования грунта, применяемая для крепления грунта, склонов и откосов, борьбы с камнепадами.

Преимущества применения конструкций из габионов состоят прежде всего в том, что они экономически выгодны и экологичны [9]. Со временем габионы зарастают травой и кустарником, что ещё больше упрочняет склоны.

При защите склонов от оползней и разрушения необходимо использовать решётку из геотекстильного материала. Прочность на сдвиг геотекстиля намного выше, чем у почвы. За счет этого создаётся физический барьер против абразии. Геотекстильные материалы легко устанавливаются и обеспечивают эффективную защиту береговой линии [9].

К недостаткам использования геотекстиля можно отнести ограниченный срок службы и необходимость периодической замены.



*Рисунок 3. Схема комплекса берегозащитных сооружений для юго-западного побережья Таганрогского залива (составлено авторами)*

По результатам проведённого исследования можно предложить схему комплекса гидротехнических конструкций, которая сможет обеспечить необходимую степень защиты побережья Таганрогского залива в черте города Таганрога от опасных процессов, а также объекты жизнеобеспечения города, жилые и промышленные строения и сооружения, лечебные и детские учреждения, парки, скверы, пляжи (рис. 3).

Данный комплекс сможет наиболее эффективно выполнять функцию защиты берега от всех выше перечисленных природных явлений и антропогенных воздействий. Помимо этого, основным преимуществом данного комплекса является возможность снижения стоимости материалов и работ, за счет широкого использования местного материала, а также экологичность конструкций.

### Заключение

В данной работе проведена оценка развития экзогенных геологических процессов и эффективности берегоукрепительных сооружений на побережье Азовского моря в городе Таганроге.

В процессе работы рассмотрено и изучено большое количество литературных источников, данных государственного мониторинга и материалов научных исследований. В результате проведенной работы были изучены все факторы, влияющие на развитие экзогенных геологических процессов, которые преобладают на территории исследуемых участков побережья, такие, как абразия, обвалы, осыпи, оползни.

Нами были рассмотрены девять участков побережья, выделенных в соответствии с особенностями строения и наличия берегозащитных сооружений. Изучены конструкции и техническое состояние 29 существующих берегоукрепительных сооружений, выполненных для снижения последствий развития природных процессов морского берега в городе Таганроге. По проведённой оценке в рабочем состоянии находится не более 50 % конструкций. Это свидетельствует о низкой эффективности берегоукрепительных сооружений.

В связи с тем, что на юго-западном побережье активность обвально-оползневых процессов значительно выше, чем на северо-восточном, в своей работе мы предлагаем комплекс берегозащитных сооружений. Данный комплекс сможет наиболее эффективно выполнять функцию защиты берега от всех выше перечисленных природных явлений и антропогенных воздействий.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Мисиров С.А., Магаев А.А., Цыганкова А.Е. Оценка динамики берегов Таганрогского залива (на примере северного берега) при помощи ГИС и ДЗЗ. Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и промышленных вызовов («Опасные явления — II») / С.А. Мисиров, А.А. Магаев, А.Е. Цыганкова // Материалы II Международной научной конференции памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова (г. Ростов-на-Дону, 06–10 июля 2020 г.). — 2020. — С. 182–185. ISBN: 978-5-4358-0204-7. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43912177> (дата обращения 20.11.2023).

2. Косьян Р.Д., Крыленко М.В. Комплексная характеристика современного состояния берегов Азовского моря в пределах Краснодарского края / Р.Д. Косьян, М.В. Крыленко // Coastal Russian Network Activity. — URL: <http://www.coruna.coastdyn.ru/theme/azov.pdf> (дата обращения 24.12.2023).
3. Беспалова Л.А., Ивлиева О.В., Ивлиев П.П. Геоэкологические риски освоения морского побережья Ростовской области / Л.А. Беспалова, О.В. Ивлиева, П.П. Ивлиев // М.: Геос, 2014.— С. 60–62.
4. Матишов Г.Г., Беспалова Л.А., Ивлиева О.В., Цыганкова А.Е., Кропянко Л.В. Азовское море: современные абразионные процессы и проблемы берегозащиты / Г.Г. Матишов, Л.А. Беспалова, О.В. Ивлиева, А.Е. Цыганкова, Л.В. Кропянко // Доклады Академии наук. — 2016. — Т. 471. — № 4. — С. 483–486 — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27640462> (дата обращения 19.12.2023).
5. Цыганкова А.Е., Беспалова Л.А., Ивлиева О.В., Магаева А.А. Использование динамического подхода при районировании берегов Азовского моря / А.Е. Цыганкова, Л.А. Беспалова, О.В. Ивлиева, А.А. Магаева // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. — 2020. — Т. 1. — № 5. — С. 207–213. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44111570> (дата обращения 19.12.2023).
6. Ивлиева О.В., Беспалова Л.А., Ивлиев П.П. Современные береговые процессы Таганрогского залива / О.В. Ивлева, Л.А. Беспалова, П.П. Ивлиев // Изв. ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. — 2010. — № 5. — С. 107–110. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-beregovye-protsessy-taganrogskogo-zaliva> (дата обращения 10.12.2023).
7. Матишов Д.Г., Ивлиева О.В., Беспалова Л.А., Сорокина В.В., Ивлиев П.П. Современные скорости абразии и состояние берегоукрепительных сооружений Российского побережья Азовского моря / Д.Г. Матишов, О.В. Ивлиева, Л.А. Беспалова, В.В. Сорокина, П.П. Ивлиев // Тр. ЮНЦ РАН. Т. 1. Геология. — Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. — 2006. — С. 151–164.
8. Комаров А.К., Иванов И.А., Лундэнбазар Б. Теория и практика устройства защитных сооружений с использованием габионов / А.К. Комаров, И.А. Иванов, Б. Лундэнбазар // Изв. ВУЗов. Технические науки. Строительство. — 2019. — Т. 9. — № 1 — С. 78–89. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-i-praktika-ustroystva-zaschitnyh-sooruzheniy-s-ispolzovaniem-gabionov> (дата обращения 10.12.2023).
9. Паремуд С.П., Александров А.В. Использование новых материалов и технологий в строительстве и проектировании гидротехнических сооружений / С.П. Паремуд, А.В. Александров // Гидротехническое строительство. ОАО «Институт Гидропроект». — 2010. — № 9. — С. 19–29.

**Savenkova Anna Igorevna**

Southern Federal University  
Institute of Nanotechnologies, Electronics and Instrumentation, Taganrog, Russia  
E-mail: annushka\_koroleva@mail.ru

**Savenkova Mariya Andreevna**

Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia  
E-mail: him@rgups.ru

**Volyanik Svetlana Alekseevna**

Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia  
E-mail: svetavolyanik@bk.ru

## Study of the development of dangerous processes along the coast of the Taganrog Bay

**Abstract.** This article is devoted to the study of the development of dangerous processes in the coastal zone of the Taganrog Bay of the Sea of Azov. The main attention is paid to the processes of abrasion, which have a significant impact on the state of a rather vulnerable ecosystem — the coastal territory. The paper considers the structure of the coastal territory of the Taganrog Bay, factors contributing to the development of abrasion, such as natural conditions, the impact of water masses and anthropogenic factors.

Within the framework of this study, the authors analyzed the dynamics of changes in the coastal zone, and also identified the main causes of accelerated destruction of the coastline. Special attention is paid to the methods of monitoring and forecasting the development of dangerous processes on the coast. The authors consider modern technologies and techniques used to assess and analyze the dynamics of changes in the coastal zone of the Taganrog Bay.

The article also provides an overview of existing methods of combating abrasion in the coastal zone of the Taganrog Bay: engineering solutions include the construction of protective structures, as well as environmentally oriented approaches, in particular, restoration of natural barriers, restoration of coastal vegetation belts. The types of coastal protection structures used to protect the coast in Taganrog are considered, and their condition is assessed. Measures are proposed to reduce the development of abrasive processes on the coast of Taganrog.

The conducted research revealed the need for an integrated approach to the problem of coastal zone conservation, which is a synthesis of engineering and natural methods of combating abrasion, as well as public involvement in monitoring and management of coastal resources. The results obtained can serve as a basis for the development of effective strategies for the sustainable development of coastal areas, ensuring the conservation of natural resources and the sustainability of the coastline.

**Keywords:** abrasion; exogenous geological processes; coastal protection structures; anthropogenic factors; composing rocks; hydrological and wind regimes; avalanche-talus processes; landslide process; environmental monitoring