

УДК 627.522
AGRIS P01

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/108/09>

**АНТРОПОГЕННЫЙ ФАКТОР КАК РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР
БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
(НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА БЕРЕГА ТУАПСЕ-АДЛЕР)**

©**Петров В. А.**, ORCID: 0009-0001-4195-1414, SPIN-код: 9421-9889, Scopus: 7402842652,
канд. геогр. наук, Институт океанологии им. П.П. Ширшова,
г. Москва, Россия, demmi8@mail.ru

**ANTHROPOGENIC FACTOR AS A RELIEF-FORMING FACTOR OF THE COASTAL
ZONE OF THE BLACK SEA COAST OF THE KRASNODAR TERRITORY (ON THE
EXAMPLE OF THE TUAPSE-ADLER COASTLINE)**

©**Petrov V.**, ORCID: 0009-0001-4195-1414, SPIN-code: 9421-9889, Scopus: 7402842652, Ph.D.,
P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Moscow, Russia, demmi8@mail.ru

Аннотация. Усиливающаяся техногенная и антропогенная нагрузка на берега морей, существенным образом влияющая на природные береговые процессы, все интенсивнее начинает выступать в роли определяющего рельефообразующего фактора. Возводимые в береговой зоне сооружения двояко оказывают влияние на протекающие природные береговые процессы. С одной стороны они сами являются искусственно созданным рельефом, а с другой — возводимые сооружения оказывают влияние на природные береговые процессы. На примере участка побережья между Туапсе и Адлером, расположенного в пределах Черноморского побережья Краснодарского края, испытывающего колоссальную техногенную и антропогенную нагрузку на берег, показывается необходимость выделения антропогенных береговых динамических систем, как самостоятельного рельефообразующего фактора. При этом, должна быть дана оценка как процессам, протекающим внутри системы, так и ее влияние на природные процессы, протекающие на прилегающих участках берега.

Abstract. The ever-increasing technogenic and anthropogenic load on the seacoasts, which significantly affects natural coastal processes, is increasingly beginning to act as a determining relief-forming factor. Hydraulic structures erected in the coastal zone have a dual effect on the natural coastal processes. On the one hand, they themselves are an artificially created relief, and on the other hand, the structures being erected have a significant effect on natural coastal processes. The example of the coastal section between Tuapse and Adler, located within the Black Sea coast of Krasnodar Territory, which experiences enormous technogenic and anthropogenic load on the coast, shows the need to identify anthropogenic coastal dynamic systems as an independent relief-forming factor. At the same time, an assessment should be made of both the processes occurring within the system and its impact on the natural processes occurring in the adjacent coastal areas.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, береговая зона, береговые антропогенные динамические системы, берегозащитные сооружения, вдольбереговой поток, пляж, рельефообразующий фактор.

Keywords: anthropogenic impact, coastal zone, coastal anthropogenic dynamic systems, coastal protection structures, alongshore flow, beach, relief-forming factor.

Исследование протекающих в береговой зоне морей природных процессов и оценка их направленности имеет важное научное и практическое значение [1]. Усиливающееся с каждым годом освоение береговой полосы морей предопределяет увеличение антропогенной и техногенной нагрузки на берег. Освоение береговой зоны, как правило, приводит к возведению в ней различного рода сооружений, в частности берегозащитных, которые оказывают влияние на природные береговые процессы. Следует отметить, что к настоящему времени природные процессы, протекающие в береговой зоне, вследствие их сложности, недостаточно изучены. Эффективность возводимых в береговой зоне гидротехнических сооружений и оценка их влияния на прилегающие участки берега будет определяться правильным учетом на стадии разработки мероприятий протекающих природных береговых процессов и их изменения под влиянием возведенных конструкций. Сооружения, в частности берегозащитные, возводимые в береговой зоне, можно рассматривать как искусственные формы рельефа, привнесенные человеком в природную среду, оказывающие влияние и усложняя естественные береговые процессы. Возводимые в береговой зоне сооружения приводят к формированию в ней обособленных природно-антропогенных систем, влияющих на формирование рельефа берега.

Целью настоящего исследования является обоснование и выделение береговых антропогенных динамических систем.

В качестве примера выбран участок берега Черного моря, расположенный между Туапсе и Адлером, исторически в силу своего географического положения и развития транспортных магистралей, испытывающий интенсивную антропогенную и техногенную нагрузку. Берег от р. Туапсе, впадающей в море восточнее Туапсинского порта, до устья р. Мзымта, расположенного в Адлерском районе г. Сочи, протяжением 105 км, подвержен колоссальной антропогенной нагрузке, обусловленной с одной стороны интенсивным развитием береговых рекреационных зон, а с другой — идущей вдоль всего рассматриваемого участка берега железной дорогой. В данной работе Имеретинская низменность, расположенная в междуречье Мзымта-Псоу не рассматривается.

Побережье между Туапсе и Адлером представляет собой чередование мысовидных участков, между которыми расположены относительно ровные фрагменты берега и бухты разной протяженности и глубины вреза. Ранее до 1914 г. рассматриваемый участок берега почти на всем своем протяжении был абразионным, за исключением небольших его фрагментов, представленных аккумулятивными выступами, приуроченными к устьям таких рек как Аше, Псезуапсе, отчасти Сочи. В реке Шахе, не смотря на значительный сток крупнообломочного материала, устьевого аккумулятивного выступа не формировалось.

Характерной особенностью относительно непротяженного рассматриваемого участка берега является наличие большого числа крупных рек, к которым можно отнести Шепси, Аше, Псезуапсе, Шахе, Сочи, Хоста, Мзымта. В значительно большем количестве в море впадают более мелкие водотоки, такие как Кудепста, Мацеста, Псахе, Дагомыс, Лоо, Хобза и ряд других.

Период времени до 1914 г., когда на участке Туапсе–Сочи начали возводить железную дорогу, прокладываемую в подножье нагорных береговых уступов, можно отнести к минимальному воздействию человека на природные процессы, протекающие в береговой зоне. Пляжеобразующий материал, в основном, выносимый многочисленными водотоками и отчасти поступающий в результате абразии дна и берегового уступа, под воздействием волн перемещался вдоль берега, формируя галечные пляжи, предохраняющие берег от размыва

волнами. Почти на всем протяжении абразионных участков их подошва была прикрыта пляжами разной ширины.

Положение линии уреза моря в процессе исторического развития береговых процессов претерпевало значительные изменения. На абразионных участках берега под воздействием волн урез моря отодвигался вглубь суши, а на аккумулятивных – в сторону моря. Если положение подошвы берегового уступа изменялось очень медленно и его темпы зависели от прочности слагающих пород, то ширина пляжной полосы, лежащая перед уступом, была подвержена существенным колебаниям, обусловленным разным волновым воздействием. До возведения железной дороги на рассматриваемом участке берега в естественных условиях наблюдалось относительное динамическое равновесие в системе «река — берег». Пляжеобразующий материал, выносимый в больших количествах реками и временными водотоками, под воздействием волн перемещался вдоль берега, формируя вдольбереговой поток наносов, направленный в юго-восточном направлении, поддерживаемый пляжи. Средняя ширина надводной части галечного пляжа на участке берега от Туапсе до устья р. Мзымта в 1914 г. составляла 32,0 м. При этом наибольшая средняя величина равная 44,3 м наблюдалась на участке берега между устьями рек Шахе и Сочи, а наименьшая – 24,6 м – между Туапсе и устьем р. Аше. На аккумулятивных участках ширина их надводной части достигала 50-60 м [2].

Материалы и методы исследования

При выполнении исследований использованы материалы, полученные автором при анализе протекающих на галечных пляжах береговых процессов и выделения литодинамических систем с учетом поступления из рек пляжеобразующего материала и изменения конфигурации береговой линии [3].

Результаты и обсуждение

В естественных условиях вдольбереговой поток галечных наносов, начинающийся восточнее Туапсинского порта, доходил до мыса Пицунда [4]. Именно до 1914 г. береговую зону от Туапсе до мыса Пицунда можно было рассматривать как *природную* литодинамическую систему. Изменение величины вдольберегового потока галечных наносов, зависящей от объемов поступления пляжеобразующего материала из водотоков и конфигурации береговой линии, внутри ее выделяются более дробные природные литодинамические ячейки [3].

Наиболее существенное вмешательство человека, оказавшее негативное влияние на природные процессы, протекающие в береговой зоне моря, можно отнести к началу строительства железной дороги, проложенной вдоль берега по подошве нагорного склона.

Возведенная транспортная магистраль нарушила естественный ход склоновых процессов. Работы, выполняемые в пределах оползневых участках, во многих случаях нарушили их устойчивость, что привело к активизации оползневых процессов. Железнодорожные мосты сузили русла рек, что сказалось на величине их твердого стока. Активизация оползневых процессов и отступление под воздействием волнений в сильных штормах подошвы берегового склона, хотя и медленное, создавали опасность эксплуатации железнодорожному транспорту. Это потребовало проведение берегозащитных мероприятий и в первую очередь возведения подпорно-волноотбойных стен, обеспечивающих устойчивость железнодорожного полотна, проложенного в нескольких метрах над уровнем моря. Активно строились противооползневые сооружения.

Необратимое влияние на природные береговые процессы оказало строительство в 1936 г. Сочинского морского порта, полностью прервавшего вдольбереговой поток галечных

наносов и ставшего причиной интенсивных низовых размывов пляжей, распространившихся на многие километры, приведших к разрушению берега и расположенных на нем объектов. Для ликвидации последствий строительства порта уже начиная с 1945 г. на участке берега, расположенном восточнее порта, начали возводить пляжеудерживающие сооружения: бетонные буны и волноломы. Проводимые мероприятия позволили, хотя и не полностью, восстановить утраченные пляжи, и устранить угрожающее положение почти на семи километровой участке берега [5].

Совместное влияние на состояние галечных пляжей и берега порта, как поперечного сооружения, полностью прервавшего вдольбереговой поток галечных наносов, и в последующем возведенного за ним берегозащитного комплекса, можно считать техногенным рельефообразующим фактором. В середине восьмидесятых годов для обеспечения летних олимпийских игр южнее Сочинского порта в устье р. Бзугу был возведен парусный центр, ограждающие молы которого дополнительно негативно повлияли на вдольбереговое перемещение крупнообломочных наносов и состоянии пляжей. Одним из факторов, сказавшимся на уменьшении ширины пляжа на участке берега от Туапсе до р. Мзымта, было изъятие материала с пляжей и русел рек, особенно усилившееся в послевоенные годы. Объем пляжеобразующего материала, вывезенный с Черноморского побережья, к 1955 г. составил около 20 млн. м³ [6].

В результате изъятий пляжная полоса на многих участках берега начала деградировать и ее средняя ширина к 1955 г. сократилась до 17,0 м [2].

В последующие годы в связи с неконтролируемыми изъятиями пляжеобразующих наносов ширина пляжа продолжала сокращаться и к середине шестидесятых годов прошлого столетия в целом для рассматриваемого участка берега она составила 12,5 м (Таблица 1).

После принятия правительственных постановлений о запрете изъятия наносов пляжи начали восстанавливаться и их средняя ширина к 1977 г. увеличилась до 21,1 м. Однако, в девяностых годах вновь возобновились выборки наносов, в основном, из русел рек, приведших к сокращению их твердого стока. И как следствие к 2017 г. средняя ширина пляжа уменьшилась до 16,9 м. В последующем отмечалось некоторое увеличение ширины пляжа. В таблице 2 на 2017 г. представлены данные по протяженности пляжей разной ширины (Таблица 2).

Таблица 1

ИЗМЕНЕНИЕ СРЕДНЕЙ ШИРИНЫ ГАЛЕЧНОГО ПЛЯЖА
 НА УЧАСТКЕ БЕРЕГА ТУАПСЕ-АДЛЕР

	1914	1955	1966	1977	1999	2017	2018
Ширина пляжа, м	32	17	12,5	21,1	21,0	16,9	19,8

Таблица 2

ПРОТЯЖЕННОСТЬ ГАЛЕЧНЫХ ПЛЯЖЕЙ РАЗНОЙ ШИРИНЫ
 МЕЖДУ ТУАПСЕ И АДЛЕРОМ

ширина пляжа, м							
>15		15÷5		5÷1		<1	
протяженность, км	%	протяженность, км	%	протяженность, км	%	протяженность, км	%
56,6	53,9	24,5	23,3	9,4	9,0	14,5	13,8

Изъятия наносов с пляжей и русел рек, приведших к уменьшению ширины галечных пляжей, послужили причиной размыва берега, что потребовало проведения дорогостоящих

мероприятий по проведению берегозащитных работ. Рассмотренные выше изъятия наносов являются антропогенным вмешательством в протекающие природные процессы, но обратимого характера, так как после прекращения изъятий природная система, хотя и медленно, но восстановится.

Угроза нарушения движения поездов из-за возникновения аварийных ситуаций, обусловленных вследствие сокращения ширины пляжей волновым воздействием на береговой уступ и основания многочисленных оползней, потребовало проведения берегозащитных мероприятий, объемы которых неуклонно возрастали из года в год. Для защиты берега от волнового воздействия наиболее интенсивно берегозащитные сооружения на участке берега между Туапсе и Адлером начали возводиться с начала пятидесятых годов. К сожалению, при достаточном уже в то время обосновании основной роли пляжа в гашении энергии волн [7], берегозащита пошла по пути противостояния волнам бетонных конструкций. Не рассматривая пути совершенствования берегозащитных конструкций и технологии их строительства к настоящему времени на участке берега от Туапсе до устья р. Мзымта возведено: 80,1 км бетонных волноотбойных стен различной конструкции (Рисунок 1); 745 бун, из них 490 бетонных и 163 каменнонабросных (Рисунок 2); 5 Г – образных бетонных волноломов (волнолом с траверсой) (Рисунок 3); 2,5 км волноломов «кавказского» типа (волноломы, установленные по «головам» бун (Рисунок 4); 2,7 км прерывистых волноломов (волноломы, возведенные из массивов, установленных с промежутком, скошенной гранью в море) (Рисунок 5); два порта; два полигона в виде бетонных площадок с вертикальными морскими гранями, ранее используемые для изготовления берегозащитных конструкций и их погрузки на плавкраны. Кроме того, вдоль многих участков берега для его защиты от размыва волнами, в качестве противоаварийных мероприятий, выполнена наброска бетонных блоков, тетраподов и камней (Рисунок 6).



а



б



в

Рисунок 1. Подпорно-волноотбойные стены: а — бетонные монолитные; б — сборной конструкции; в — откосно-ступенчатого типа



а



б

Рисунок 2. Буны: а – бетонные; б – каменнонабросные



Рисунок 3. Г-образный волнолом с траверсой



Рисунок 4. Волнолом «кавказского» типа



Рисунок 5. Прерывистый волнолом



а



б



в

Рисунок 6. Волногасящая наброска, защищающая берег от размыва волнами, выполненная из:
а – бетонных блоков; б - тетраподов; в – камня

Бетонные берегозащитные сооружения и волногасящие пляжи надлежащим образом не эксплуатируются и не ремонтируются, вследствие того, что их реконструкция или ремонт либо невозможен, либо является очень дорогостоящим. Из-за сложности их демонтажа, зачастую разрушенные бетонные сооружения так и остаются в береговой зоне, выступая частью ее искусственного рельефа, влияющего на протекающие береговые процессы.

Из 105 км протяженности рассматриваемого участка волноотбойные стены различных конструкций возведены на 76,3% его длины. Только в пределах приустьевых участков крупных рек и более мелких водотоков волноотбойных стен нет, за исключением совершенно непротяженных фрагментов берега. Буны различных типов, в среднем, построены через каждые 141 м. В море вдоль берега возведено около 7,5 км волноломов. Протяженность разного вида набросок, выполненных в рамках противоаварийных мероприятий, практически не поддается учету.

В связи с чем, выборка наносов из рек и пляжей, с возведением в береговой зоне на участке берега между Туапсе и Адлером такого количества сооружений, радикальным образом влияют на протекающие природные гидродинамические процессы. В первую очередь это сказывается на объемах материала, поступающего в береговую зону, и на последующем его поперечном и вдольбереговом перемещении. В связи с чем, возведенные берегозащитные сооружения, по их влиянию на естественные береговые процессы, выступают в роли рельефообразующего фактора, привнесенного в береговую зону человеком. В настоящее время береговую зону, расположенную между Туапсе и Адлером, можно рассматривать как береговую антропогенную динамическую систему, береговые процессы в которой управляются техногенным фактором.

Береговая антропогенная динамическая система должна выделяться с учетом места расположения гидротехнических и берегозащитных сооружений. Однако влияние на протекающие береговые процессы выделенной системы наблюдается не только в ее пределах, но и распространяется на соседние участки берега, расположенные как выше, так и ниже по ходу вдольберегового потока наносов. Влияние возведенных сооружений на участки берега, расположенные выше (относительно направления потока наносов), проявляется, в основном, в аккумуляции материала, а на ниже расположенных — в образовании зон низовых размывов. Таким образом, береговая антропогенная динамическая система включает непосредственно участок берега с возведенными сооружениями, верховой участок, где перед возведенным берегозащитным комплексом наблюдается аккумуляция пляжного материала и низовой — длина которого определяется по последствиям низовых размывов. Участок берега между Туапсе и Адлером, на протяжении которого возведен практически непрерывный берегозащитный комплекс, можно выделить в единую Туапсе-Мзымтинскую береговую антропогенную динамическую систему.

В антропогенной динамической системе могут быть выделены более дробные ячейки, границы которых приурочены к резким изменениям природных или техногенных условий. Так, например, единая Туапсе-Мзымтинская береговая антропогенная динамическая система Сочинским портом (техногенный фактор), который полностью нарушает ход естественных береговых процессов, может быть разделена на две подсистемы: Туапсе-Сочинскую и Сочинско-Мзымтинскую. Выделение береговых антропогенных подсистем может основываться на локальном компактном расположении берегозащитных сооружений. В пределах антропогенных подсистем, по поступлению в береговую зону пляжеобразующего материала из рек и конфигурации береговой линии (природный фактор), могут быть выделены районы и более мелкие лито-динамические ячейки.

Выделение антропогенных береговых ячеек позволит комплексно оценить береговые процессы, протекающие в них, и влияние возведенных сооружений.

Вывод

Результаты выполненных исследований показали, что возведенные в береговой зоне берегозащитные (гидротехнические) сооружения, представляют собой искусственные формы рельефа, влияющие на протекающие в ней природные процессы. Влияние протяженных берегозащитных комплексов на формирование рельефа береговой зоны позволяет выделить эти участки берега в антропогенную береговую динамическую систему. Выделенная антропогенная система по влиянию на формирование рельефа имеет внутренние связи, проявляющиеся в формировании рельефа внутри системы и внешние, оказывающие влияние на рельеф прилегающих участков берега. С верховой стороны выделенной антропогенной системы (относительно направления вдольберегового потока наносов) это проявляется в аккумуляции пляжеобразующего материала, а с низовой — в развитии низовых размывов.

На стадии разработки мероприятий (например, берегозащитных) необходимо оценить возводимые сооружения будут являться самостоятельным (отдельным) комплексом, или же он составной частью войдет в ранее существующий. Независимо от протяженности защищаемого участка берега на стадии разработки мероприятий береговые процессы должны быть рассмотрены в пределах всей протяженности антропогенной динамической системы, включая рассмотрение ее внутренних связей и внешнее влияние. При этом следует иметь в виду, что, природные факторы (например, величина вдольберегового потока наносов) могут претерпевать изменения под влиянием антропогенного фактора (например, выборки наносов с русел рек).

Работа выполнена в рамках государственного задания, тема FMWE-2024-0027

Список литературы:

1. Тлявлиня Г. В., Петров В. А., Тлявлин Р. М. Литодинамика береговой зоны Инкит-Пицундского района Абхазии // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2024. № 1. С. 45-56.
2. Жданов А. М. Предложения по генеральной схеме укрепления железнодорожной линии Туапсе-Адлер Северо-Кавказской железной дороги. Т. 1. М.: ЦНИИС, 1956. 256 с.
3. Петров В. А. Волногасящие галечные пляжи. М.: Экон-Информ, 2021. 295 с.
4. Пешков В. М. Галечные пляжи неприливных морей (основные проблемы теории и практики). Краснодар, 2005. 444 с.
5. Васильев Д. С., Морозов Л. А., Лапшин В. Н. Рациональное использование территории Черноморского побережья Кавказа // Укрепление морских берегов. М.: Транспорт, 1972. С. 15-28.
6. Гречищев Е. К., Шульгин Я. С. Проблемы защиты берегов Черного моря // Укрепление морских берегов. М.: Транспорт, 1972. С. 10-15.
7. Жданов А. М. Об основных проблемах защиты берегов Черного моря от разрушительных воздействий волнения. М., 1963. С. 5-31.

References:

1. Tlyavlina, G. V., Petrov, V. A., & Tlyavlin, R. M. (2024). Litodinamika beregovoi zony Inkit-Pitsundskogo raiona Abkhazii. *Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoi i shel'fovoi zon moray*, (1), 45-56. (in Russian).

2. Zhdanov, A. M. (1956). Predlozheniya po general'noi skheme ukrepleniya zheleznodorozhnoi linii Tuapse-Adler Severo-Kavkazskoi zheleznoi dorogi, 1. Moscow. (in Russian).
3. Petrov, V. A. (2021). Volnogasyashchie galechnye plyazhi. Moscow. (in Russian).
4. Peshkov, V. M. (2005). Galechnye plyazhi neprilivnykh morei (osnovnye problemy teorii i praktiki). Krasnodar. (in Russian).
5. Vasil'ev, D. S., Morozov, L. A., & Lapshin, V. N. (1972). Ratsional'noe ispol'zovanie territorii Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza. In *Ukreplenie morskikh beregov, Moscow*, 15-28. (in Russian).
6. Grechishchev, E. K., & Shul'gin, Ya. S. (1972). Problemy zashchity beregov Chernogo moraya. In *Ukreplenie morskikh beregov, Moscow*, 10-15. (in Russian).
7. Zhdanov, A. M. (1963). Ob osnovnykh problemakh zashchity beregov Chernogo morya ot razrushitel'nykh vozdeistvii volneniya. Moscow, 5-31. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 01.10.2024 г.

Принята к публикации
10.10.2024 г.

Ссылка для цитирования:

Петров В. А. Антропогенный фактор как рельефообразующий фактор береговой зоны черноморского побережья Краснодарского края (на примере участка берега Туапсе-Адлер) // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №11. С. 71-80. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/108/09>

Cite as (APA):

Petrov, V. (2024). Anthropogenic Factor as a Relief-forming Factor of the Coastal Zone of the Black Sea Coast of the Krasnodar Territory (on the Example of the Tuapse-Adler Coastline). *Bulletin of Science and Practice*, 10(11), 71-80. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/108/09>