

МОРФОЛОГИЯ И ЛИТОДИНАМИКА КАНЬОНА МЗЫМТЫ, КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА БЕРЕГОВУЮ ЗОНУ СОЧИ

© Глазырин Е.А.

АО «Южморгеология», г. Геленджик, Россия

Подводный каньон Мзымты с конусом выноса протягивается на 150 км с превышением в 2100 м. На основе материалов гидролокации, эхолотирования, сейсмоакустического профилирования, видеонаблюдений, донного пробоотбора описана морфология и литодинамические процессы. В продольном профиле каньона выделено несколько морфологических участков, различающиеся литодинамикой. За 2008-2017 год изучена динамика и скорость продвижения абразионно-эрозионной границы вершинной части каньона.

Ключевые слова. Подводный каньон, морфология, литодинамика, Черное море.

Введение. Подводные каньоны служат основными геоморфологическими элементами континентальной окраины и каналами передачи осадков из прибрежных и шельфовых зон в котловины морей [9, 16]. Подводный каньон Мзымты в Российском секторе Черного моря выделяется как наиболее крупный и активный [1]. Активное продвижение верховий каньона Мзымты оказывает влияние на береговую зону Сочи, в частности район Имеретинской низменности и составляет проблему ее использования в связи с отступанием берегов, деградацией пляжей, разрушением береговой инфраструктуры [7]. Соответственно, использование береговой зоны Сочи и примыкающей подводной части не возможно без понимания масштабов каньона Мзымты и происходящих литодинамических процессов.

Материалы и методы исследований. Использованы материалы, полученные АО «Южморгеология» (ранее ГНЦ «Южморгеология») в ходе государственного геологического картирования масштаба 1:200 000 листов К-37-IV, К-37-X и К-37-XVI [3, 4] и государственного мониторинга состояния недр прибрежно-шельфовой зоны. Использованы данные сейсмоакустического профилирования, гидролокации бокового обзора, эхолотирования, подводного видеообследования до глубин 120 м, опробования донных отложений драгами, дночерпателями и грунтовыми трубками. Масштаб исследований соответствует 1:200 000 с детализацией в вершинной части каньона до 1:25 000 и крупнее. Использованы сведения о батиметрии, морфологии дна и особенностях распределения донных осадков Российского сектора Черного моря, полученные ГНЦ «Южморгеология» в 1996-1998 гг. многолучевым эхолотом Simrad EM-12.

Привлечены также опубликованные материалы, среди которых следует выделить детальные исследования головной части каньона Мзымты (до глубин 200 м) коллектива авторов [7, 11].

Общие сведения о каньоне Мзымты. Каньон Мзымты прорезает континентальный склон с выходом конуса выноса в абиссальную котловину Черного моря, а верховья практически вплотную приближены к береговой зоне (рис. 1). Головная часть каньона Мзымты расположена напротив устья наиболее крупной реки Черноморского побережья России - реки Мзымта, отчего и получил свое название, а также реки Псоу. Головная часть каньона врзается в дельтовые отложения верхнечетвертичного возраста рек Мзымта и Псоу мощностью до 100 м и более [7]. В современном виде эти отложения слагают Имеретинскую низменность. Отсутствие полной картины не позволяет охарактеризовать абхазскую площадь бассейна каньона Мзымты.

Согласно исследованиям [3, 4] начало формирования современного каньона

Мзымты датируется поздним плейстоценом. Осадочная структура и морфология каньона свидетельствует о циклическом характере эрозии, сопровождаемом частичной засыпкой, а затем воссоздана современными каньонами. На континентальном склоне и его подножии по каньону обнажены коренные глины верхнего плиоцена - нижнего неоплейстоцена.

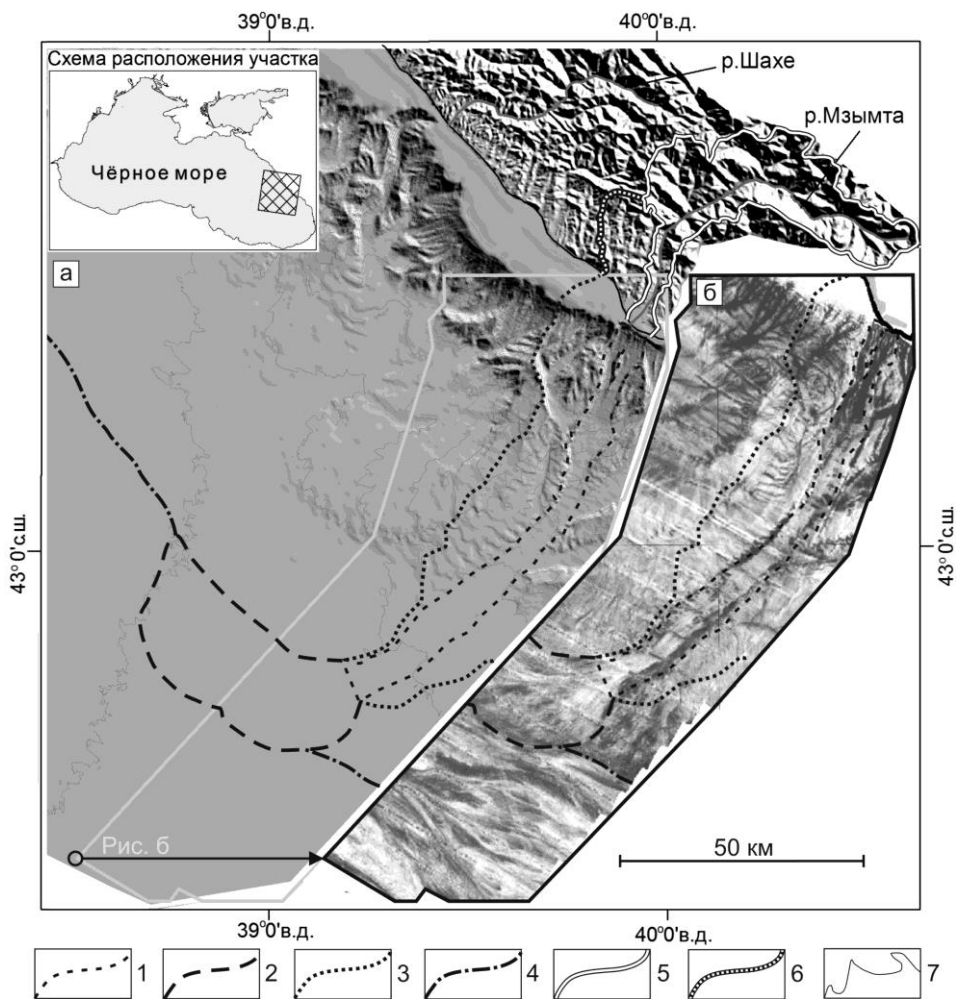


Рис. 1. Каньонная система Мзымты (по данным многолучевого эхолотирования SIMRAD EM-12 и топоосновы масштаба 1:200 000): а – светотеневой рельеф; б – фрагмент сонарного изображения (отраженный акустический сигнал)

1 – граница каньона Мзымты; 2 – граница конуса выноса каньона; 3 – граница подводного бассейна каньона; 4 – внешняя граница шлейфа разноса донных осадков; 5 – бассейн денудации реки Мзымта; 6 – бассейн денудации суши; 7 – изобаты, через 100 м

Глубина вреза каньона составляет преимущественно 200-400 м, при ширине собственно долины до 8 км.

Длина бассейна денудации реки Мзымта составляет 83 км с превышением до 3 км (рис. 1). Длина русла подводного каньона Мзымты без лопасти конуса выноса составляет около 95 км, с перепадом высот 2,025 км.

Таким образом, сопряженный сухопутный бассейн денудации и бассейн подводного каньона образуют крупную денудационно-литодинамическую каньонную систему Мзымты, которая с учетом конуса выноса протягивается на 230 км с

превышением 5,1 км (рис. 1, 2).

Морфология каньона Мзымты. Согласно [12] в продольном профиле каньона можно выделить несколько морфологических участков общей длиной до 150 км (рис. 2).

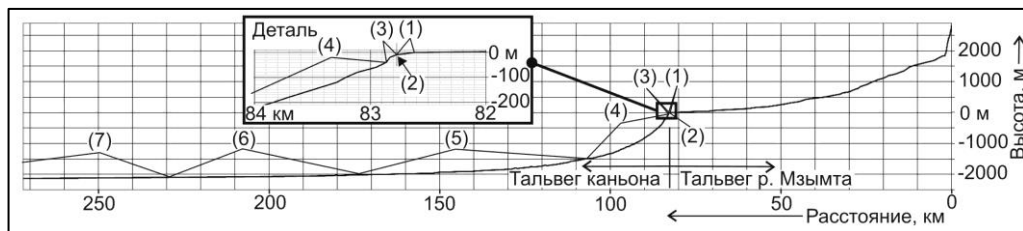


Рис. 2. Продольный профиль каньонной системы Мзымты с морфологическими участками каньона

Цифры в скобках: 1 – шельф; 2 – граница головы каньона (кромка шельфа); 3 – выпуклый (оползневой) участок; 4 – врезанный каньон (вогнутый профиль); 5 – участок затруднения движения (выползаживание профиля); 6 – глубоководный конус выноса; 7 – шлейф разноса.

Кромка шельфа (абразионно-эрозионная граница головы каньона) на участке Имеретинской низменности вплотную придвинута к берегу и дренажный разрыв между каньоном и устьем реки практически отсутствует. Средняя ширина шельфа здесь составляет 475 м, суживаясь до 17 м.

Выпуклый (оползневой) участок весьма узок. Его ширина в голове каньона не превышает 100 м, с расширением в боковых и водораздельных пространствах до первых сотен метров. На данном участке происходит аккумуляция выносимого реками терригенного материала, служащего источником для формирования оползней и мутьевых потоков. Участок развит на глубинах до первых десятков метров (рис. 2).

Участок врезанного каньона имеет выраженный вогнутый профиль. Он протягивается до глубины около 1475-1500 м на расстояние 25 км (рис. 2). Участок характеризует разветвленную вершинную часть подводного каньона Мзымты. Это область активных абразионно-эрозионных и обвально-осыпных процессов, транзита терригенного материала и прохождения мутьевых потоков. Профиль каньона и его притоков вниз по рельефу трансформируется от V-образного, через U-образный до широкого корытообразного в нижней части участка, где происходит слияние Мзымтинского и Константиновского каньонов, составляющих верхнее разветвление каньона Мзымты. Ширина дна каньона Мзымты в нижней части участка становится шириной около 5 км и имеет выраженную корытообразную форму (рис. 1).

Верхняя часть участка врезанного каньона обладает наиболее сложным строением в связи с разветвлением головной части каньона Мзымты на ряд самостоятельных более мелких каньонов, выходящих широким фронтом к береговой границе Имеретинской низменности.

Каньон Мзымты в верхней части разветвляется на каньон Мзымтинский и Псоу, которые разделяются подводным Константиновским мысом. Они в свою очередь распадаются на веер более мелких каньонов (рис. 3), активно врезающихся в кромку шельфа. Глубина эрозионного вреза этих каньонов по тальвегу достигает 150 м, они наиболее подробно описаны коллективом авторов [7].

В поперечном сечении отвески каньонов имеют узкие V- и U-образные профили, до щелевидных с вертикальными и местами отрицательными стенками.

Морфология склона и бортов этих каньонов определяется слоистым строением абрадируемой аллювиально-морской террасы (рис. 4). Характеризуется чередованием плоских и субвертикальных участков, вплоть до отрицательных ниш, отчего рельеф имеет ярко выраженное ступенчатое строение. Вертикальные участки и ниши образованы выходами относительно легко вымываемых и осыпающихся валуновиков, галечников и песков, а плоские участки и карнизы сложены более устойчивыми

связными грунтами - лиманными глинами, суглинками. Высота вертикальных стенок достигает нескольких десятков метров.

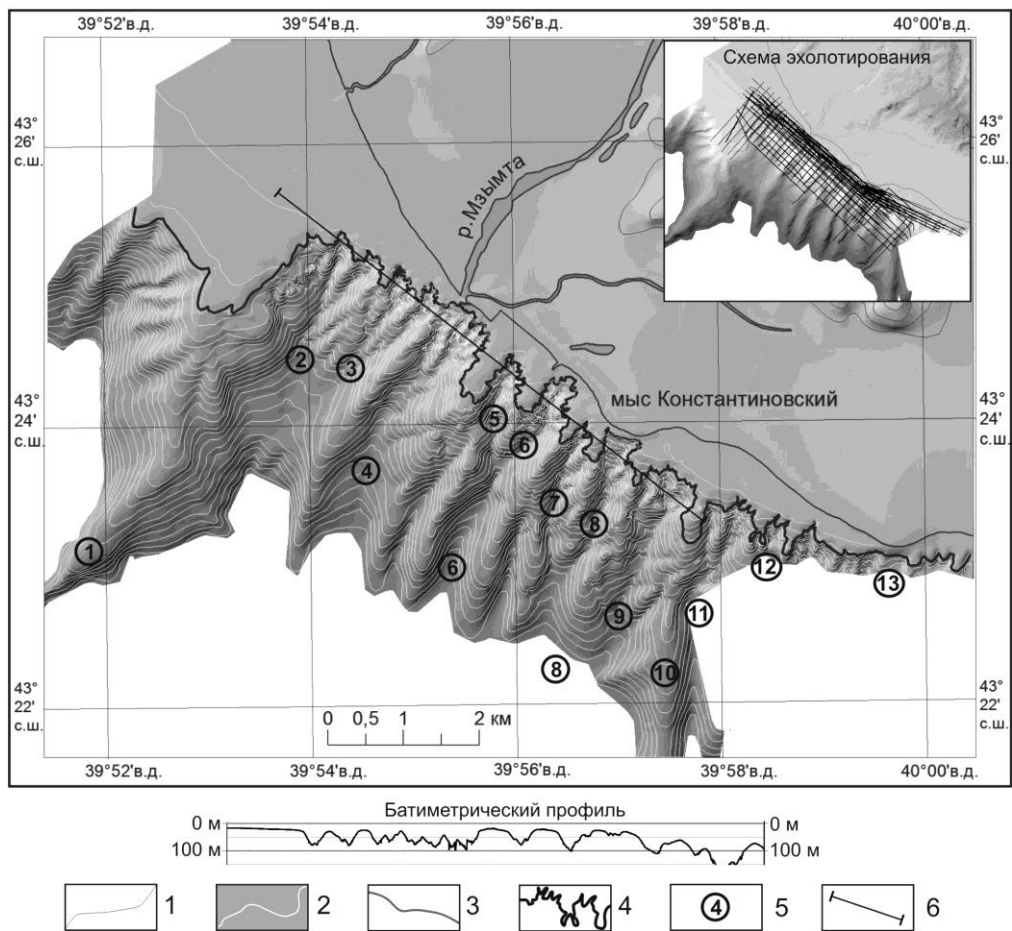


Рис. 3. Морфология вершинной части каньона Мзымты. Светотеневой рельеф, основанный на эхолотировании и топооснове масштаба 1:100 000

1 – изогипсы, через 20 м; изобаты, через 20 м; 3 – береговая линия; 4 – абразионно-эрозионная граница; 5 – морфологические элементы: 1 – подводный Адлерский мыс, 2 – каньон Мзымтинский западный, 3 – каньон Мзымтинский центральный; 4 – каньон Мзымтинский восточный, 5 – каньон Кальмар, 6 – каньон Новый, 7 – каньон Константиновский западный, 8 – каньон Константиновский, 9 – каньон Константиновский восточный, 10 – подводный Константиновский мыс, 11 – каньон Некрасовский, 12 – каньон Цимлянский, 13 – каньон Имеретинский; 6 – линия батиметрического профиля.

Система Мзымтинского каньона (западный, центральный и восточный) формируют изрезанный абразионно-эрозионный фронт шириной 2,75 км и с врезанием в шельф на 1-1,5 км. Ширина эрозионных врезов вершин каньоны Новый и Кальмар составляет около 350 м с врезанием в шельф на расстояние до 750 м. Каньон Константиновский западный имеет ширину головной части в 250 м и вдаётся в шельф на 450 м. Каньон Константиновский восточный имеет расширенную головную часть в 700 м (рис. 3).

Головная часть каньона Константиновский имеет расширяющийся фронт в виде раструба шириной 470 м, суживаясь от берега до 320 м (рис. 3). С боков раструба ограничен активными эрозионными врезами, которые с расположенными между ними мелкими врезами сближаются вниз по склону. Каньон вплотную подходит к берегу, вдаваясь в шельф на расстояние в среднем 500 м. Такая расширяющаяся форма каньона

относится к предельной. По [15] она образуется, когда продвижение вершины каньона упирается в берег и блокируется им.

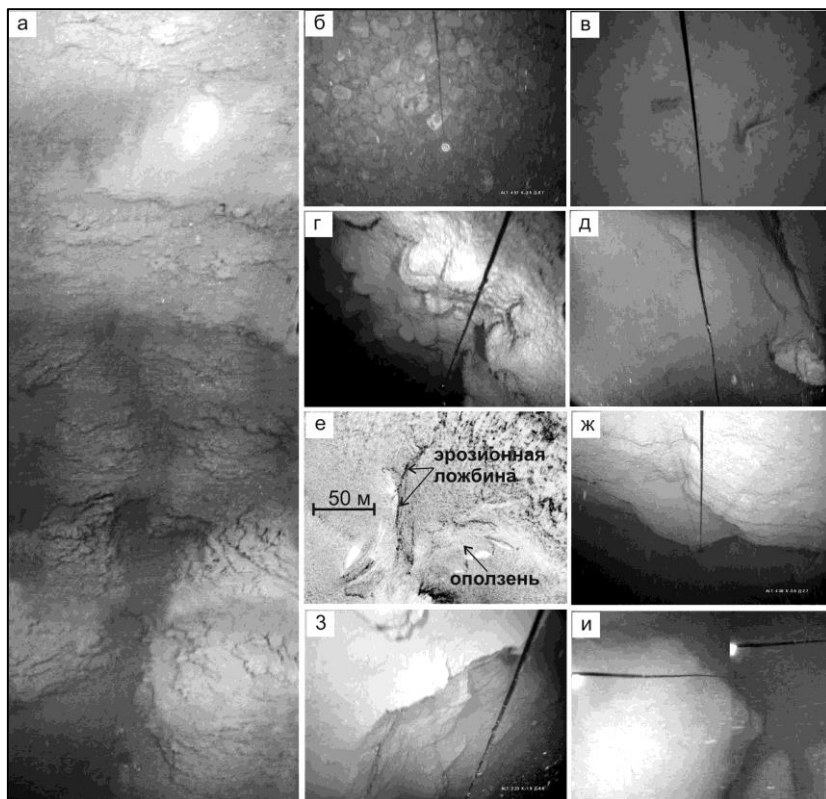


Рис. 4. Морфология дна и проявлений литодинамических процессов в вершинной части каньона Мзымты

а – вертикальная стенка галечников с прослоями глинистых песков с врезам и нишами (сшивка видеокадров); б – сползание галечного материала по склону; в – алевропелитовый шлейф выноса реки Мзымта с фрагментами деревьев; г – стенка валунно-галечных отложений, скрепленная кольматационной глиняной коркой; д – днище каньона с отколами коренных пород и декливиальным шлейфом донных осадков; е – оползень и эрозийная ложбина на выпуклом участке каньона (гидролокационное изображение); ж – вертикальный борт каньона с нависающими карнизами; з – обнажение стенки лимонитовых глин с плоскостями отколов; и – расщелины и рвы по трещинам откола (монтаж видеокадров). Ширина видеокадров до 3 м

Долина каньона Новый по сравнению с Константиновским обладает более углубленным дном, что свидетельствует о его более высокой литодинамической активности.

Участок затруднения движения отвечает интервалу выполаживания дна каньона. Участок протягивается с глубины 1500 м до 2025-2030 м на расстояние до 73 км (рис. 2). Отличительной чертой участка служит отложение донных осадков, высокая обводненность их разреза и активное развитие оползневых процессов. Оползневые тела образуют поперечный волнисто-грядовый рельеф дна широкой, до 5,5 км, корытообразной долины. Высота крупных оползневых тел (гряд) составляет 10÷30 м, ширина – 0,5÷1,5 км, длина до 5 км.

На участке затруднения движения в основное русло каньона впадают крупные боковые каньоны: Псоу, каньоны абхазского сектора и правого борта, сгружающие сюда дополнительный объем осадочного материала. Так, на глубине 1750-1800 м с востока к каньону Мзымты приключается корытообразная долина собственно каньона Псоу шириной до 4,8 км. На глубине 1875-1900 м с востока примыкает корытообразная

долина Пицундского каньона шириной до 3,75 км (рис. 1).

Участок глубоководного выноса занимает обширное пространство на глубинах от 2025 м до примерно 2100 м и протягивается на 53 км при ширине до 28 км (рис. 2). Конус выноса имеет вытянутую плоскую форму с разветвляющимся веером русел. Далее конус выноса наращивается шлейфом разноса донного материала контурными течениями по абиссальной равнине (рис. 1).

Литодинамические процессы каньона Мзымты. Абразионно-эрозионная граница головы каньона вплотную придвинута к берегу и основная доля твердого стока рек Мзымта и Псоу напрямую направляется в каньон. В результате каньон Мзымты служит каналом, обеспечивающим высокоэффективную передачу терригенного материала в котловину Черного моря.

Расстояние между абразионно-эрозионной границей (головой каньона) и береговой линией на участке Имеретинской низменности (к востоку от подводного Адлерского мыса) колеблется от 17 до 2000 м, в среднем составляя 475 м (рис. 5). Расположена эта граница на глубинах от 4 до 150 м, преимущественно на 45 м. Согласно исследованиям [2] донный материал (крупный гравий) здесь разносится на расстояние до 3-х километров вдоль берега в обоих направлениях на протяжении одного шторма, в основном, вдоль линии пятиметровой глубины, в то время как частицы на глубине 10 м, испытывают смещение до 250 м. При этом Имеретинский порт практически полностью блокирует вдольбереговой перенос наносов с перенаправлением его в каньон.

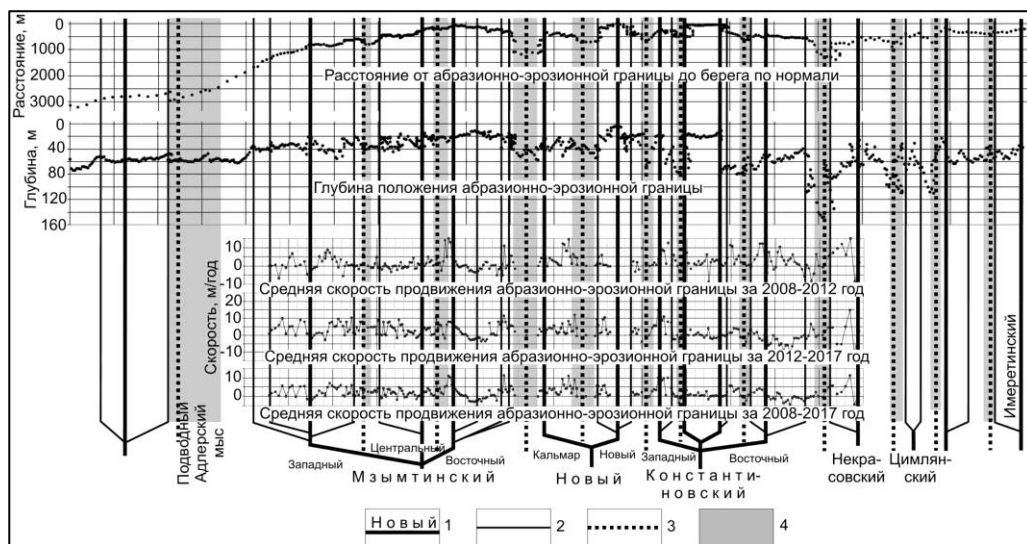


Рис. 5. Графики положения абразионно-эрозионной границы каньона Мзымты и средних скоростей ее продвижения в различные периоды

1 – тальвеги каньонов и их название; 2 – тальвеги боковых ответвлений каньонов;
3 – осевая часть межканьонных водоразделов; 4 – межканьонные водоразделы

О масштабе литодинамики можно судить по величине направляемого в каньон твердого стока наиболее крупных рек. Согласно оценкам [14] в головную часть каньона Мзымты реками Мзымта и Псоу поставляется 98 и 52,8 тыс. м³/год, соответственно, а в береговые наносы – 60 и 38 тыс. м³/год. Учитывая современное перенаправление Имеретинским портом вдольберегового потока наносов в каньон, транзит терригенного материала в каньон Мзымты значительно больше. Данный объем участвует в абразии дна каньона и продвижении каньона к берегу, а совместно с продуктами разрушения склона и дна играет важную рельефообразующую и литодинамическую роль.

На выпуклом участке профиля каньона гидролокацией бокового обзора

визуализированы протяженные эрозионные ложбины стока и оползневые тела (рис. 4). Некоторые оползни являются эшелонированными, состоящими из 2-3 расположенных друг под другом оползней. Ширина зафиксированных оползневых тел достигает 155 м, минимальная – 15 м, средняя – 52 м, а длина - до 90 м. Среднеголетняя линейная пораженность оползнями бровки шельфа за период 2008-2017 годы составила 17 %, варьируя в отдельные годы от 12 % до 23 %. Учитывая, что гидролокацией не фиксируются оползни размером до 10 м, реальное поражение выпуклого участка оползневыми процессами значительно больше.

Наибольший интерес представляет литодинамика головной части каньона Мзымты, оказывающей прямое воздействие на береговую зону Имеретинской низменности в силу предельного приближения. Максимально продвинуты к берегу каньоны Мзымтинский восточный, Новый и Константиновский (рис. 3, 5). Литодинамические процессы изучены здесь на основе прямых подводных наблюдений [6] и изысканий под олимпийские объекты «Сочи-2014» [7, 10]. Этими исследованиями и работами АО «Южмогеология» установлено широкое и интенсивное развитие литодинамических процессов - аккумулятивных, абразионно-эрозионных, декливиальных (осыпных, обвальных, оползневых) и турбидитных. В результате этих процессов абразионно-эрозионная граница каньона Мзымты достаточно динамична.

Сравнение положения абразионно-эрозионной границы по данным гидролокации бокового обзора за период 2008-2017 годы показывает ее мобильный - возвратно-поступательный - характер при общем продвижении к берегу (рис. 5). Ее отступление от берега происходит за счет непрерывной аккумуляции терригенного материала в результате поставки твердого стока рек, а наступление - вследствие периодического схода осадков в каньоны. Это подтверждается более ранними исследованиями, выполненными при наблюдениях за движением берега и поверхности дна [7, 10, 11]. Спускным механизмом схода накопившихся осадков служит достижение гравитационной неустойчивости накапливаемой осадочной призмы, оползневые процессы, сейсмические толчки и штормовое воздействие.

Среднегодовая скорость продвижения абразионно-эрозионной границы за 2008-2017 год на отрезке от каньона Мзымтинский западный до каньона Имеретинский составила 2 м/год с вариациями от -4,2 до 11,3 м/год на отдельных участках (рис. 5). Это свидетельствует об отсутствии компенсации подводных денудационных процессов в каньоне поставкой терригенного материала с суши. Полученные скорости продвижения каньонов хорошо соотносятся с ранее полученными по [7, 11].

Максимальные скорости продвижения абразионно-эрозионной границы у большинства каньонов Мзымты фиксируются преимущественно не в осевой части вершин, а в боковых (рис. 5). Это указывает на рост каньонов преимущественный в боковых (фланговых) участках с расширением фронта продвижения по мере приближения к берегу. Осевые же части каньонов зачастую относительно стабильны и даже могут периодически отступать за счет преобладания аккумуляции осадков. Лишь у клиновидных в плане каньонов максимальные скорости продвижения характерны для осевой части (например, каньон Константиновский западный). Таким образом, устанавливается стремление к выравниванию общего фронта продвижения каньона Мзымты, что свидетельствует о стремлении его формы к предельной.

Это подтверждается сравнением абразионно-эрозионной границы в плане (рис. 3) с графиком расстояния абразионно-эрозионной границы до берега (рис. 5), где последний обладает менее изрезанным характером за счет учета изгиба береговой линии. Некоторые каньоны на графике расстояния абразионно-эрозионной границы до берега проявлены достаточно слабо, например каньоны Мзымтинский западный, центральный и восточный, Константиновский восточный.

В поперечном сечении от берега к абразионно-эрозионной границе происходит закономерная смена гранулометрического состава донных отложений от пляжевых галечников волно-прибойной зоны до алевропелитовых илов нефелоидной зоны. Менее грубозернистые отложения в этой последовательности могут отсутствовать за счет

уничтожения абразионно-эрозионной границей. Граница между галечниками и алевропесчаными отложениями часто резкая, где галечники налегают на алевропесчаные отложения, что обусловлено массовой подсыпкой галечным материалом пляжей для их сохранения.

На участках берего- и дноукрепительных отсыпок напротив интервалах наиболее узкого шельфа материал отсыпки сползает по склону в каньоны. Здесь зона галечников сразу переходит в расчлененную абразионно-эрозионную зону склона. Вдольбереговой поток пляжеобразующего галечного материала перехватывается каньонами, сгружается в тальвеги и транспортируется вниз (рис. 4). Нередко на дне видны следы скольжения и борозд выпахивания от глыб отсыпки и валунов. Потеря пляжеобразующего материала в каньон Константиновский оценивается в 6-9 тыс. м³/год, в каньон Новый - 13 тыс. м³/год [8].

В площади мутьевого выноса реки Мзымта дно покрыто слоем выносимого рекой алевропелитового материала с фрагментами деревьев и антропогенным мусором (рис. 4). Интенсивная поставка пелитового материала подавляет развитие бентоса. Колонии фильтрующих моллюсков активно развиты за пределами и у границы шлейфа, где обеспечивают заметную поставку в донные осадки дноукрепляющей ракуши.

Пелитовый шлейф от реки Мзымта в вершинной части каньона формирует кольматационную корку мощностью в первые сантиметры (рис. 4). Происхождение корки современное, так как ею зацементированы прислоненные к склону рыболовные сети и тросы.

Сравнение результатов видеоосмотра 2012-2013 годов с ранее проведенными исследованиями [7] свидетельствует об увеличении площади пелитового покрова и развитии кольматажа. Возрастание доли пелитовой составляющей в поверхностном слое донных отложений и развитие кольматажа соотносится с относительным увеличением пелитовой составляющей в твердом стоке реки Мзымта на фоне уменьшения последнего. Это ранее устанавливалось многими исследованиями и связывается с антропогенными изменениями долины реки Мзымта, произошедшими в последние годы [7].

Устанавливаемые изменения носят двоякий характер. С одной стороны пелитовый поток подавляет раковинный бентос, что не способствует подпитке ракушей пляжевых наносов. С другой стороны глинистая корка в некоторой степени защищает коренные выходы песков и галечников от абразионно-эрозионного и декливиального разрушения. По данным опробования донных осадков в настоящее время наметилась тенденция к постепенному восстановлению псаммопсефитовой составляющей твердого стока, что коррелирует с завершением олимпийского строительства в долине реки Мзымта.

Выносимый рекой Мзымта терригенный материал и образующийся при подводном разрушении склонов донный материал гравитационными процессами сгружается вниз склону и тальвегу каньонов (рис. 4).

Самая крутая (вершинная) часть вогнутого участка каньона Мзымты наиболее литодинамически активна. Здесь преобладают процессы разрушения коренного ложа и транзит осадочного материала. Борты каньонов практически лишены донных осадков (рис. 4), за исключением прерывистого алевропелитового плаща в зоне влияния мутьевого шлейфа выноса реки Мзымта. Здесь обнажаются четвертичные отложения дельтового выступа рек Мзымта и Псоу (Имеретинская низменность), а также неогеновые отложения, представленные валунниками, галечниками, песками и лиманными глинами. В верховьях каньона по данным гидролокации бокового обзора и видеоосмотра активно проявлены денудационные литодинамические процессы - подводные оползневые и обвально-осыпные процессы, перехват вдольберегового переноса наносов и транзит их по склону, мутьевые потоки, донная эрозия и абразия, суффозионный процессы.

Обнажения псаммопсефитовых отложений дельтового выступа подвергаются преимущественно осыпанию и обвалам (рис. 4), а абрадируемые пласты глин часто

имеют трещины, по которым происходит откол и обрушение (рис. 4). В результате образован расчлененный абразионно-эрозионный рельеф (рис. 3) с протяженными вертикальными стенками, уступами, карнизами, останцами, расщелинами и врезам, прислоненными декливиальными шлейфами (рис. 4).

В тальвегах и бортах каньонов наблюдается активный транзит осадочного материала в виде гравитационного смещения, оползания, осыпания. Присутствуют следы активных течений в виде знаков ряби, указывающие на периодическое перемещение осадков донными течениями.

Наличие у протяженных вертикальных стенок выдержанных плоскостей, отрицательных, выступающих и входящих углов свидетельствует об их формировании преимущественно за счет откола по вертикальным трещинам. Такие субвертикальные прямолинейные трещины вверх вдоль стенок переходят нередко в расщелины с расширением на выположенных площадках до рвов шириной $1\div 2$ м (рис. 4), по которым происходит откол, отседание и обрушение блоков пород. Зафиксированы блоки обрушения размером в несколько метров.

В вершинах каньонов видеонаблюдениями установлено частое прохождение мутьевых потоков. Плотная придонная муть с завихрениями, до суспензионного потока, мощностью от 0,2 до 2,5 м и резкой границей с прозрачной водой наблюдалась в тальвегах ложбин и каньонах, а также на некоторых участках крутых склонов. Наличие мутьевых потоков хорошо коррелирует с различной степенью покрытия склонов свежими осадками – склоны, то чистые и отмытые, то со слоем осадков.

Видеонаблюдениями в бортах и тальвегах каньона зафиксированы разгрузки подземных вод. Они приурочены к ложбинам, вертикальным трещинам, образуют суффозионные ниши и блюдца в песках. Такая приуроченность свидетельствует о разгрузке вод по ослабленным зонам и коллекторам, участии в формировании расчлененного рельефа и, вероятно, мест заложения каньонов.

На всем протяжении врезанного участка каньона днище его на сонарном изображении характеризуется темным тоном (рис. 1), что соответствует более плотным (выходы коренных пород) или грубозернистым грунтам. По данным опробования здесь эродируются плотные глины нижнего неоплейстоцена и присутствует голоценовый плащ валунно-галечных отложений.

На участке затруднения движения (глубины 1475-1500-2030 м), отвечающего интервалу выполаживания днища каньона (рис. 2), происходит замедление скорости литодинамического потока за счет его выхода на более широкий и пологий участок долины. Здесь происходит отложение донных осадков из потоков, в том числе турбидитных. Отложившиеся осадки интенсивно поражены оползевыми процессами. Крупные оползни хорошо проявлены в рельефе днища каньона. Грунтовые колонки содержат текстуры оползания, фрагментацию, зеркала скольжения и интервалы интенсивной обводненности. В нижних частях грунтовых колонок, вскрывших разрез на глубину до 3,7 м, часто отмечается загазованность, что согласно [13], способствует оползнеобразованию.

Донный пробоотбор днища каньона на участке затруднения движения и конуса выноса показал частое присутствие грубозернистых осадков (пески, гравийно-галечные отложения), где они выполняют ветвящуюся сеть русловых потоков или прикрыты маломощным чехлом перемытого ила микрокомковатого сложения. Здесь также часто присутствует придонная взвесь детрита наземной древесной растительности.

Шлейф разноса донными течениями на сонарном изображении морского дна имеет струйчато-перистый рисунок в средних частях, веерообразный – в периферийных. Здесь также присутствуют протяженные эрозионные врезы шириной от 100 до 200 м. Непосредственно по трассе газопровода «Голубой поток» глубина врезов варьировала от 2 до 6 м при ширине от 80 до 160 м. Такой рисунок сонарного изображения дна связывается с придонными литодинамическими потоками [5].

Выводы. Каньон Мзымты стремится к предельному приближению к береговой зоне и служит высокоэффективной литодинамической системой передачи и зоной

транзита терригенного материала в котловину моря. Длина русла подводного каньона Мзымты составляет около 95 км. Конус выноса протягивается на расстояние около 53 км при ширине до 28 км. Сопряженный сухопутный бассейн денудации и бассейн каньона образуют крупную денудационно-литодинамическую каньонную систему Мзымты, которая с учетом конуса выноса протягивается на 230 км с превышением 5,1 км.

В продольном профиле каньона выделяется несколько морфологических участков, различающиеся литодинамикой:

- выпуклый (оползевой) весьма узкий (до 100 м), начинающийся с глубин 4-150 м и на удалении 17-2000 м от берега. Характеризуется аккумуляцией донных отложений, их удалением преимущественно оползевыми процессами с формированием мутьевых потоков, а также абразионно-эрозионными процессами;

- врезанный каньон с выраженным вогнутым профилем, протягивающийся на 25 км до глубины 1500 м. Это область разветвления вершинной части и укоренения днища, активного развития абразионно-эрозионных и обвально-осыпных процессов, транзита терригенного материала и прохождения мутьевых потоков. Интенсивность этих процессов нарастает к вершинам каньона;

- затруднения движения, где днище каньона становится пологим. Характеризуется затруднением транзита терригенного материала с его отложением и повсеместным развитием оползевых процессов. Протягивается с глубины 1500 м до 2030 м на расстояние до 73 км;

- глубоководный конус выноса протяженностью 53 км до глубины 2100 м. Преобладают процессы аккумуляции с периодическим развитием эрозионных русловых процессов.

Среднегодовая скорость продвижения абразионно-эрозионной границы каньона за 2008-2017 год на отрезке от каньона Мзымтинский западный до каньона Имеретинский составила 2 м/год с вариациями от -4,2 до 11,3 м/год на отдельных участках. Продвижение носит возвратно-поступательный характер. Это свидетельствует об отсутствии компенсации подводных денудационных процессов в каньоне поставкой терригенного материала с суши.

Приведенные данные и параметры каньона определяют его как важный фактор воздействия на береговую зону Сочи.

Литература

1. *Андреев В.М., Шельтинг С.К.* К геоморфологии Российского сектора Чёрного моря // Геология морей и океанов: Материалы XVII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. IV. М., 2007. С. 6-8.
2. *Бровченко И.А., Мадерич В.С.* Исследование роли подводных каньонов в выносе наносов из береговой зоны восточного побережья Черного моря // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering, 2011. 7(2). С. 39-46.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Изд. 2-е. Серия кавказская. Лист К-37-IV (Сочи). Объяснительная записка. СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2000. 135 с.
4. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Кавказская. Листы К-37-XV (Подводный каньон Мзымты), К-37-XVI (Абиссаль 16). Объяснительная записка. СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. 116 с.
5. *Губенков В.В.* Современные эрозионно-аккумулятивные процессы в абиссали восточной части Черного моря // Геология морей и океанов. Материалы XVII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. IV. М., 2007. С. 59-61.
6. *Зенкович В.П.* Подводные каньоны и материковый склон в районе Адлера // Проблемы изучения берегов Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1976. С. 129-163.
7. Имеретинская низменность. Природно-геологические условия, проблемы освоения / *И.П. Балабанов, С.П. Никифоров, И.С. Пашковский и др.*; под редакцией *И.П. Балабанова*. М.: Издательский дом Недра, 2011. 281 с.
8. *Пешков В.М.* Галечные пляжи неприливных морей (Основные проблемы теории и практики). Краснодар: Эд Арт Принт, 2005. 444 с.
9. *Сафьянов Г.А., Менишков В.Л., Пешков В.М.* Подводные каньоны: их динамика и

- взаимодействие с береговой зоной океана. М.: ВНИРО, 2001. 197 с.
10. Ярославцев Н.А., Петров В.А., Кириленко А.П. Динамика береговой зоны Имеретинской низменности // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering, 2011. 7(2). С. 126-131.
 11. Ярославцев Н.А., Сафьянов Г.А., Петров В.А. Морфодинамика системы подводных каньонов морского края Имеретинской низменности (Черное море) // Сложные системы, 2016. № 2 (19). С. 22-44.
 12. Brothers D.S., Brink U.S., Andrews B.D. and al. Geomorphic process fingerprints in submarine canyons // Marine Geology. 2013, 337. P. 53–66.
 13. Ercilla G., Casas D. Submarine mass movements: sedimentary characterization and controlling factors // Earth Sciences. 2012, 03, February. P. 99-128.
 14. Jaoshvili S. The rivers of the Black Sea // Technical report, № 71. European Environment Agency, 2002. 58 p.
 15. Mazières A., Gillet H, Castelle B. et al. High-resolution morphobathymetric analysis and evolution of Capbreton submarine canyon head (Southeast Bay of Biscay—French Atlantic coast) over the last decade using descriptive and numerical modeling // Marine Geology. 2014, v. 351. P. 1-12.
 16. Shepard F.P., Dill R.F. Submarine canyons and other sea valleys. Rand McNally, Chicago, Illinois. 1966. 381 p.