

УДК 551.435.627(479.224)

БЕДИЙСКИЙ ОПОЛЗНЕВОЙ РАЙОН В ВОСТОЧНОЙ АБХАЗИИ[#]© 2025 г. Е. А. Еременко^{1,*}, Р. Ю. Жиба², Ю. Н. Фузеина¹, И. П. Нешенко²,
Н. П. Зарайский¹, Р. С. Дбар²¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия² Институт экологии Академии наук Абхазии, Сухум, Абхазия

* E-mail: eremenkoeaig@gmail.com

Поступила в редакцию 22.08.2024 г.

После доработки 02.10.2024 г.

Принята к публикации 10.01.2025 г.

Приведены результаты геоморфологических исследований района широкого развития оползневых процессов в верховьях бассейна р. Оходжи (правый приток р. Окум, бассейн Черного моря). Дана характеристика геолого-геоморфологических условий и факторов, способствовавших сходу крупного оползня в январе 2021 г. Установлено, что основным типом в пределах Бедийского участка являются вязкопластичные оползни-потоки, развивающиеся по кровле и в верхней части толщи глинистых пород эоцена и олигоцена (майкопской свиты и хадумского горизонта); мощность оползневых тел составляет от 3 до 8 м. Смещению подвергается преимущественно склоновый чехол, в том числе оползневые тела предшествующих подвижек. Показано, что главным условием, определяющим развитие оползневых процессов, является положение Бедийского участка в зоне сочленения южного макросклона Большого Кавказа, сложенного водоносными толщами карбонатных (известняки, доломиты) и терригенно-карбонатных (мергели) пород меловой системы, и палеогеновых глинистых пород холмистых предгорий. Оползание провоцируют затяжные осадки, а способствует ему совпадение экспозиции левого склона долины р. Оходжи и направления падения слоев коренных пород. Вследствие широкого развития оползневых процессов и сопутствующей эрозии на левобережье р. Оходжи сформировался эрозионно-оползневый бедленд. Наиболее неустойчивыми участками, не рекомендованными к освоению, являются склоны долин левых притоков р. Оходжи, а также их широкие днища, заполненные деляпсием. По основным чертам геолого-геоморфологического строения изученный участок похож на ранее описанные в научной литературе Новоафонский, Эшерский и Мачарский оползневые районы. Хозяйственное освоение этих территорий должно предусматривать не только меры по защите от оползней (подпорные стенки, искусственное террасирование и пр.), но и устройство дренажных систем для снижения водонасыщенности склоновых шлейфов и обводненности их приподошвенной зоны.

Ключевые слова: оползни-потоки; холмогорья; майкопская свита; хадумский горизонт; палеогеновые глины; Восточное Причерноморье

DOI: 10.31857/S2949178925020086; EDN: GQCNTL

ВВЕДЕНИЕ

Территория Абхазии общей площадью 8665 км² расположена в пределах южного макросклона Большого Кавказа и его равнинного обрамления. Характерны сильно расчлененный рельеф, разнообразие и активная динамика экзогенных процессов как в горах, так и на равнинах. Спектру экзогенных процессов рельефообразования свойственна высотная зональность (Воскресен-

ский, 1968). В высокогорье Главного Кавказского хребта (2.5—4.0 км) доминируют собственно гравитационные склоновые (обвально-осыпные, лавинные), флювиальные, нивационные, ледниковые и водно-ледниковые процессы. В среднегорье (1.5—2.5 км) и низкогорье (0.5—1.5 км) доминируют флювиальные (в том числе селевые) процессы и карст. С юга горные сооружения опоясаны полосой равнин, расширяющейся с запада на восток в сторону Колхидской низменности. В полосе перехода от гор к равнинам на отдельных участках выделяются холмогорья (Геологический..., 1973), рельеф которых представляет собой бедленд с абс. отметками до 450—500 м и глубиной эрозионного расчленения 100—150 м. Развитие рельефа происходит здесь при ведущей роли флювиальных и скло-

[#] Ссылка для цитирования: Еременко Е. А., Жиба Р. Ю., Фузеина Ю. Н., Нешенко И. П., Зарайский Н. П., Дбар Р. С. (2025) Бедийский оползневой район в Восточной Абхазии. *Геоморфология и палеогеография*. Т. 56. № 2. С. 292—306. <https://doi.org/10.31857/S2949178925020086>; <https://elibrary.ru/GQCNTL>

новых (прежде всего, оползневых) процессов (Тихонова и др., 2024). Низменные равнины Абхазии соответствуют плоским и пологонаклонным в сторону моря четвертичным морским террасам, местами расчлененным эрозионной сетью. Ведущая роль в современном морфолитогенезе принадлежит здесь флювиальным и береговым процессам, а также заболачиванию (Разумовский и др., 2023).

Большая часть населения и объектов инфраструктуры Абхазии сосредоточены в предгорной зоне. Ежегодно ощутимый ущерб хозяйству и населению в пределах полосы холмогорий наносят оползневые процессы, развитию которых способствуют как геолого-геоморфологические условия (расчлененный рельеф, мощные коры выветривания и рыхлый состав значительной доли кайнозойских пород, слагающих бедленды), так и избыточное увлажнение (Вадачкория и др., 1989; Церетели, 2003), характерное для влажных субтропиков (Гвоздецкий, 1954). Осадки выпадают в целом равномерно в течение всего года с некоторым максимумом в зимнее время, чаще в виде моросящих затяжных дождей (Атлас..., 1964), летом — преимущественно в виде ливней, вызывающих внезапные паводки (Шереметьев и др., 2024) и оползание (Церетели, 2003; Bolashvili et al., 2015; Экба и др., 2017; Тихонова и др., 2024). Триггерную роль в развитии склоновых процессов играет и эндогенный фактор, в частности землетрясения. Их эпицентры, как правило, приближены к зонам региональных разломов; максимальные магнитуды в горах составляют 5.3–6.4, в равнинной зоне — до 4.4; глубина гипоцентров — до 30 км (Tsereteli et al., 2016).

В региональных обзорах Закавказья отмечается, что для территории Абхазии в целом характерна средняя степень опасности оползневых процессов (Мдинарадзе и др., 1988; Церетели, 2003), при этом в зоне холмогорий опасность возрастает до максимальной (Varazanashvili et al., 2012). В 1999 г. в предгорной части республики было выделено 900 оползневых участков, в зоне опасности располагаются 82 населенных пункта (Бондырев и др., 2014), однако их перечня и координат в опубликованных материалах нет. По результатам дистанционной оценки (Gaprindashvili, Van Westen, 2016) установлено, что оползневая восприимчивость холмогорий изменяется от средней до высокой.

Изученность оползневых процессов в Абхазии можно охарактеризовать как фрагментарную. Детальные сведения об их механизмах и факторах представлены в публикациях, посвященных нескольким участкам, где проявляется активность и в настоящее время — Новоафонскому, Эшерскому и Мачарскому (Вадачкория и др., 1989; Инженерная..., 1978). В перечисленных работах рассмат-

риваются геологические условия развития оползней, и приводятся физико-механические свойства пород. Подчеркивается, что эти районы приближены к предгорьям, сложенным глинистыми породами майкопской свиты олигоцена.

Геолого-геоморфологическое строение других участков до сих пор остается слабо изученным, как и причины ежегодного развития оползания в их пределах. Так, 15 января 2021 г. оползень длиной около 800 м сошел в Ткуарчалском районе Абхазии в районе с. Первая Бедиа. Следствием стало разрушение автомобильной дороги, нескольких домовладений и подпруживание русла р. Оходжи (правый приток р. Окум, впадающей в Черное море к северу от г. Очамчир). Цель нашего исследования — выявление факторов и характеристика условий развития оползней в районе с. Первая Бедиа, а также оценка их роли в морфодинамике предгорной зоны. Актуальность работы продиктована растущей потребностью в обеспечении безопасности населения республики в условиях глобальных климатических изменений в Причерноморье (Булыгин и др., 2023), которые проявляются в том числе и в увеличении количества и интенсивности атмосферных осадков (Экба и др., 2017, 2021). В последние 20 лет хозяйственная инфраструктура Абхазии активно восстанавливается и расширяется, чему способствует развитие сельского хозяйства и, особенно, рекреационной сферы (в том числе жилищное строительство).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выводы основаны на полевых исследованиях 2021–2024 гг., а также на анализе опубликованных данных и на материалах дистанционного зондирования. На территории Бедийского района работы проводились в феврале 2021 г. (через две недели после схода оползня) и в августе 2023 г., а именно: аэрофотосъемка местности с помощью беспилотного летательного аппарата DJI Phantom 4pro RTK, геоморфологическое профилирование, описание местности (в том числе оползневого рельефа и деформаций), характеристика оползневых отложений и подстилающих пород в стенках срыва и трещинах, а также в бортах долины р. Оходжи. Источником сведений о дочетвертичных породах изучаемой территории послужила геологическая карта масштаба 1:50000 (Букия, Абамелик, 1971) и объяснительная записка к ней (Букия и др., 1971).

Для выявления признаков предшествующих оползневых деформаций и сравнительного анализа использованы ортофотопланы и цифровые модели рельефа (ЦМР), построенные по результатам лидарной съемки, выполненной в 2014 г., а также космические снимки, находящиеся в открытом

доступе на платформе Google Earth. Были учтены опубликованные сведения о геолого-геоморфологическом строении других оползневых участков (Вадачгория и др., 1989; Инженерная..., 1978), а также результаты мелкомасштабных исследований оползневых процессов в Закавказье (Атлас..., 1964; Церетели, 2003; Бондарев и др., 2014; и др.).

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исзуемая территория расположена в зоне сочленения Южного макросклона Большого Кавказа и холмистых предгорий в 4 км к юго-востоку от г. Ткуарчал и в 3 км к северу от с. Первая Бедиа в бассейне р. Окум (рис. 1). Характерен влажный субтропический климат с умеренно холодной короткой зимой и продолжительным теплым летом. Средняя температура в январе составляет $+2...+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, в июле — $+20...+22\text{ }^{\circ}\text{C}$; годовое количество атмосферных осадков 1600–1800 мм; среднегодовой сток 50–60 л/с с 1 км², питание рек во многом осуществляется за счет подземного стока из карстовых полостей (Атлас..., 1964).

Верховья долины р. Оходжи, на левом борту которой в 2.2 км ниже истока в 2021 г. сошел крупный оползень, заложены по крупному тектоническому нарушению — Рачинско-Лечхумскому разлому, разделяющему альпийские складчатые структуры южного макросклона Большого Кавказа (Гагра-Джавская структурная зона) и Закавказскую микроплиту (Трифонов и др., 2020; Saintot et al., 2006; Adamia et al., 2015). Разлом и долина на изучаемом участке простираются с ССЗ на ЮЮВ. Характерно падение слоев коренных пород (меловой, палео-

огеновой и неогеновой систем) на ЮЗ под углом $25\text{--}80^{\circ}$ (рис. 2а). Ширина долины в створе оползневой участка составляет около 2.5 км, глубина 380–400 м, поперечный профиль асимметричный.

Так, правый борт долины Оходжи ступенчатый, представляет собой склон возвышенности, вершинная поверхность которой бронирована песчаниками и конгломератами мэотического яруса плиоцена N_2^1 m падающими на ЮЗ под углом $30\text{--}50^{\circ}$, в южной части — на С под углом около 30° . Ниже залегают миоценовые песчаники, конгломераты, мергели и известняки с маломощными прослоями глин. В верхней части правого борта отмечается крутой ($75\text{--}85^{\circ}$) уступ, сложенный мэотическими конгломератами. У подножия уступа располагается коллювиальный шлейф крутизной $30\text{--}40^{\circ}$, плавно переходящий в пологий склон (до 35°) длиной около 250 м (рис. 2б). Нижняя часть правого борта долины Оходжи представляет собой крутой (более 35°) структурно-денудационный склон, расчлененный малыми эрозионными формами с V-образным поперечным профилем глубиной до 70 м.

Левый борт долины выпукло-вогнутый, экспозиция совпадает с направлением падения пластов слагающих его пород. Этот склон в нижней части расчленен серией малых долин и в морфологическом отношении состоит из трех частей. В верхней части он имеет крутизну до 35° и сложен слоистыми (в том числе толстослоистыми) известняками маастрихтского (K_2m) и датского (K_2d) ярусов верхнего мела, которые падают на ЮЗ под углом $55\text{--}70^{\circ}$. В средней части борт долины представляет собой крутой уступ, сложенный известняками, мергелями и мергелистыми известняками палео-



Рис. 1. Местоположение района исследований: (а) — на обзорной схеме Черноморского региона, (б) — в пределах Абхазии.

Fig. 1. Location of the research area: (a) — on the overview map of the Black Sea region, (б) — within the Abkhazia.

цена и эоцена. Падение слоев на ЮЗ составляет 50–55°. У подножия уступа коллювиальный шлейф крутизной 25–35°, подстилаемый битуминозными мергелями верхнего эоцена P_2^3 и залегающими на них несогласно (падение на ЮВ 25°) песчаниками и конгломератами мэотического яруса плиоцена N_2^3 м. Через плавный тыловой шов шлейф переходит в нижнюю часть склона долины крутизной 8–25°, длиной 0.8–1.0 км, спускающуюся к руслу реки и сложенную на большем протяжении битуминозными мергелями верхнего эоцена P_2^3 и гипсоносными листоватыми битуминозными глинами и песчаниками хадумского горизонта и майкопской свиты олигоцена ($P_3chd+mkp$). В верхней части данного (нижнего) участка склона проходит разлом, по данным (Букия, Абаменлик, 1971). Он представляет собой сброс, падающий на СВ под углом 70°, амплитуда смещения пластов дочетвертичных пород составляет около 70–80 м (Букия, Абаменлик, 1971). Склон осложнен серией циркообразных в плане малых долин, сужающихся к низовьям. В днище одной из таких долин расположено крупное тело оползня-потока, сошедшего в 2021 г.

Днище долины р. Оходжи имеет ширину 30–100 м. Ширина русла 3–5 м, русловой аллювий представлен галькой и песком. На отдельных участках долины хорошо выражены 1–2 аккумулятивных аллювиальных уровня на высоте 0.5–2.0 м над урезом, сложенные песком с галькой и прослоями галечника.

В целом рельеф изучаемой территории можно охарактеризовать как структурно-денудационный, сформированный при ведущем участии флювиальных и склоновых процессов. Асимметрия долины р. Оходжи, очевидно, связана со спецификой склоновой моделировки (рис. 2в). Совпадение направления падения слоев коренных пород (в том числе меловых, содержащих слабоминерализованные трещинно-карстовые подземные воды, а также воды, сосредоточенные над слаботрещиноватыми водоупорными прослоями доломитов) (Атлас..., 1964; Тинтилозов, 1976) и экспозиции левого склона долины, вероятно, способствует повышенному увлажнению последнего вследствие разгрузки на нем подземных вод. В сходных геологических условиях близ подошвы южного макросклона Большого Кавказа в пределах Абхазии повсеместно наблюдаются родники и вклюдзы, дающие начало ручьям и даже рекам (к примеру, р. Мчишта и Псырцха). Развитию оползневых процессов на склоне способствует литологический состав слагающих его пород, в частности их глинистость и, как следствие, низкая фильтрационная способность.

Подверженность пород хадумского горизонта и майкопской свиты олигоцена процессам оползания подчеркивается не только в статьях, посвященных отдельным оползневым районам Абхазии (Вадачкория, 1989), но и в региональных обзорах (Инженерная геология, 1978). Области распространения олигоценых глинистых толщ в предгорьях являются причиной широкого развития оползневых процессов также на территории Грузии (Келлер, Меннер, 1945; Купарадзе, 2018) и Азербайджана (Мамедов, Тарихазер, 2023; Тарихазер, 2020).

Соотношение глинистых пород и подчиненных прослоев песчаников в олигоценовой толще составляет в Абхазии 9:1 (Инженерная геология, 1978). Установлено, что хадумские и майкопские глины являются переходными от уплотненных их разностей к аргиллитам. В зоне гипергенеза и вблизи разломов они легко выветриваются, и прочностные свойства их существенно снижаются. Так при влажности выше 30% происходит резкое снижение сопротивления глин сдвигу. При этом естественная влажность их не сильно ниже критической и составляет в пределах Новоафонского оползневого участка 24%, а Эшерского 25–30% (Инженерная геология, 1978).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам полевых геоморфологических исследований оконтурено тело оползня-потока, образовавшегося в 2021 г. в средней и нижней частях левого борта долины р. Оходжи (рис. 3а). Длина оползня составила 780 м, ширина (в среднем) 80–90 м, максимальная (в средней части) – около 120 м. Характерны грядовый и бугристый микрорельеф с перепадами высот до 1.5 м, серия поперечных и продольных трещин длиной до 25 м и глубиной до 2 м и шириной 0.2–1.5 м. Перепад высот между бровками отдельных трещин достигает 1.5–2.0 м (максимален в краевых частях оползня – северной и южной).

Оползневое тело сложено с поверхности суглинком светло-коричневого цвета, местами с обильными включениями гальки, щебня, мелких валунов и глыб. Доля грубообломочной составляющей в общем объеме деляпися составляет 25–50%. В средней части оползневого тела на глубине 2–4 м под суглинком вскрываются плотные темно-серые глины, вероятно, относящиеся к хадумскому горизонту и майкопской свите олигоцена $P_3chd+mkp$. Можно заключить, что мощность оползня в средней части не менее 2 м, в нижней части, где оползневое тело разрушило автомобильную дорогу, около 7–8 м (рис. 3б).

Оползневое тело и окружающие его МЭФ располагаются в днище циркообразной в плане малой

Рис. 2. Геолого-геоморфологическое строение верховьев бассейна р. Оходжи: (а) — фрагмент общей геологической карты (Букия, Абамялик, 1971); (б) — геоморфологическое строение; (в) — поперечный профиль долины р. Оходжи по линии А—Б.

1 — оползневые отложения, слагающие тело оползня-потока 2021 г.; *отложения четвертичного возраста*: 2 — аллювиальные, 3 — делювиально-коллювиальные, 4 — делювиально-оползневые; *коренные породы неогеновой системы*: 5 — песчаники и конгломераты маэотического яруса, 6 — глины, песчаники, мергели, известняки и конгломераты среднего и нижнего подъярусов сарматского яруса, 7 — песчаники, глины и мергели конкского горизонта, 8 — песчаные глины, песчаники и мергели караганского горизонта, 9 — глины, мергели, песчаники, известняки и конгломераты чокракского горизонта, 10 — песчаники, песчаные глины и мергели коцахурского и тарханского горизонтов, 11 — песчаники и конгломераты с прослоями глин сакараульского горизонта; *коренные породы палеогеновой системы*: 12 — гипсосодержащие листоватые битуминозные глины и песчаники хадумского горизонта и майкопской свиты олигоцена, 13 — битуминозные плитняковые мергели и формаминиферовые мергели верхнего эоцена, 14 — известняки, мергели и мергелистые известняки среднего и нижнего эоцена, 15 — известняки и мергелистые известняки палеоцена; *коренные породы верхнего отдела меловой системы*: 16 — толстослоистые известняки датского яруса, 17 — слоистые известняки маастрихтского яруса, 18 — известняки и мергелистые известняки сантонского и кампанского ярусов, 19 — известняки туронского и коньякского ярусов, 20 — песчаники и глины сеноманского яруса; *коренные породы нижнего отдела меловой системы*: 21 — глины, мергелистые глины, мергели и песчаники альбского яруса, 22 — мергели и мергелистые известняки аптского яруса, 23 — известняки (в том числе доломитизированные) барремского яруса, 24 — известняки (в том числе доломитизированные), песчаники, конгломераты и брекчии валанжинского и готеривского ярусов; 25 — элементы залегания слоев коренных пород; 26 — положение, направление и угол падения сброса; 27 — геологические границы (а — согласно залегания слоев, б — несогласно залегания слоев); 28 — структурно-денудационные вершинные поверхности (крутизной до 8°); *склоны, созданные комплексной денудацией*: 29 — 8–35°, 30 — более 35°; 31 — округлые гребни хребтов; 32 — аккумулятивные аллювиальные уровни в днищах речных долин; 33 — цокольные и эрозионные речные террасы; 34 — коллювиальные и делювиально-оползневые шлейфы; 35 — бровки обвалово-осыпных склонов; 36 — оползень-поток 2021 г. (а — на геологической карте, б — на геоморфологической схеме); 37 — область наиболее широкого развития оползней; 38 — русла рек; 39 — тальвеги временных водотоков; 40 — асфальтированные автомобильные дороги; 41 — населенные пункты.

Fig. 2. Geological and geomorphological structure of the upper reaches of the Okhodzha River basin: (a) — fragment of the geological map (Bukiya, Abamelik, 1971); (b) — geomorphological structure; (v) — transverse profile of the Okhodzha River valley along line A—B.

1 — landslide deposits that make up the body of the 2021 landslide-flow; *deposits of Quaternary age*: 2 — alluvial deposits, 3 — deluvial-colluvial deposits, 4 — deluvial-landslide deposits; *bedrocks of the Neogene system*: 5 — sandstones and conglomerates of the Maeotian Stage, 6 — clays, sandstones, marls, limestones and conglomerates of the middle and lower subarcs of the Sarmatian Stage, 7 — sandstones, clays and marls of the Konk horizon, 8 — sandy clays, sandstones and marls of the Karagan horizon, 9 — clays, marls, sandstones, limestones and conglomerates of the Chokrak horizon, 10 — sandstones, sandy clays and marls of the Kotsakhur and Tarkhan horizons, 11 — sandstones and conglomerates with interlayers of clays of the Sakaraul horizon; *bedrock of the Palaeogene system*: 12 — gypsiferous sheet-bearing bituminous clays and sandstones of the Khadum horizon and Maikop Formation of the Oligocene, 13 — bituminous marls of the Upper Eocene, 14 — limestones, marls and marly limestones of the Middle and Lower Eocene, 15 — limestones and marly limestones of the Paleocene; *bedrocks of the Upper Cretaceous system*: 16 — thickly stratified limestones of the Danish Stage, 17 — stratified limestones of the Maastrichtian Stage, 18 — limestones and marly limestones of the Santonian and Campanian stages, 19 — limestones of the Turonian and Konyakian stages, 20 — sandstones and clays of the Cenomanian Stage; *bedrock of the lower section of the Cretaceous system*: 21 — clays, marly clays, marls and sandstones of the Albion Stage, 22 — marls and marly limestones of the Aptian Stage, 23 — limestones (including dolomitised ones) of the Barremian Stage, 24 — limestones (including dolomitised ones), sandstones, conglomerates and breccias of the Valanginian and Goterivian stages; 25 — elements of the occurrence of bedrock layers; 26 — fault position, direction and dip angle; 27 — geological boundaries (a — conformable bedding of layers, b — unconformable bedding of layers); 28 — structural-denudation summit surfaces (steepness up to 8°); *slopes created by complex denudation*: 29 — 8–35°, 30 — more than 35°; 31 — rounded ridge crests; 32 — accumulative alluvial levels in river valley bottoms; 33 — basement and erosional river terraces; 34 — colluvial and deluvial-landslide trains, 35 — edges of landslide-talus slopes; 36 — landslide of the 2021 (a — on the geological map, b — on the geomorphological diagram); 37 — the area of the most widespread development of landslides; 38 — river beds; 39 — thalwegs of temporary watercourses; 40 — paved roads; 41 — settlements.

Представляется, что подобные малые долины в настоящее время развиваются в существенно большей степени под влиянием оползневых процессов. В сущности, несмотря на линейность, свойственную флювиальным формам, эти долины представляют собой формы смешанного генезиса: крупные оползневые цирки (амфитеатры), преобразуемые как оползневыми процессами более низкого ранга, так и эрозией. Поперечные профили этих форм (см. рис. 3в) демонстрируют, что их склоны — это стенки

срыва оползней, а разделяющие соседние долины гребни и пологонаклонные междуречья уже практически полностью “съедены” оползанием.

Узкие водораздельные пространства, разделяющие малые долины, являются останцами единой поверхности склонового шлейфа, образованного при последовательном отступании крутой части левого борта долины р. Оходжи к востоку. Поверхность шлейфа имеет вогнутый продольный профиль, крутизна в верхней части составляет 25–35°,

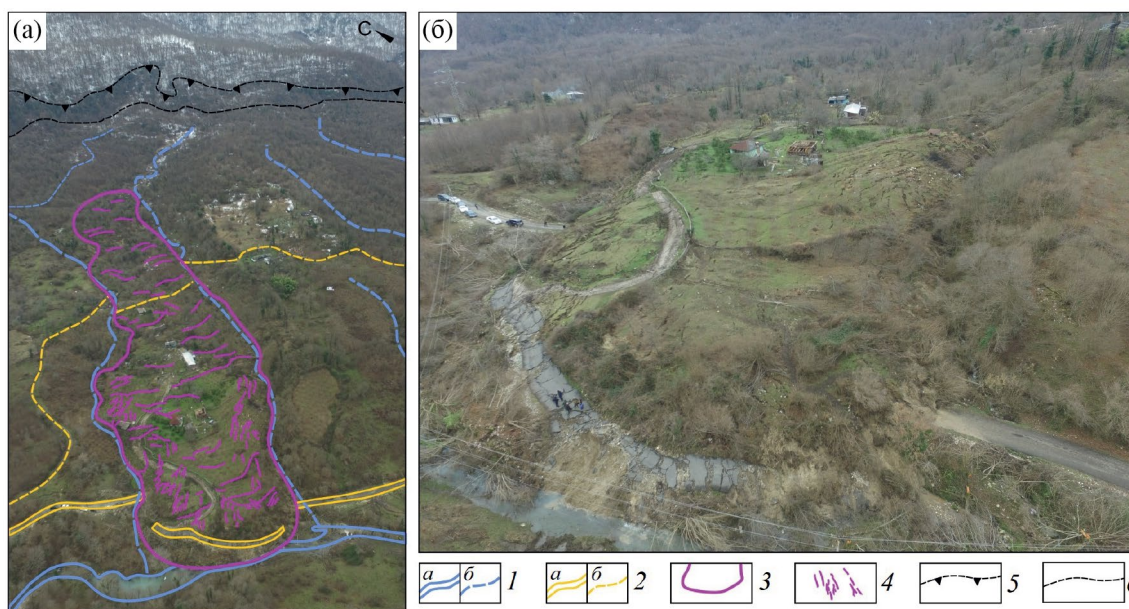


Рис. 3. Оползень-поток на левом борту долины р. Оходжи (съемка выполнена с БПЛА в феврале 2021 г.): (а) – общий вид левого борта долины р. Оходжи и положение оползневого тела; (б) – краевая часть оползня, сместившая русло р. Оходжи на 25–30 м к западу.

1 – водотоки (а – р. Оходжа, б – временные водотоки-притоки р. Оходжи); 2 – автомобильные дороги (а – асфальтированные, б – грунтовые); оползневое тело: 3 – граница, 4 – трещины на поверхности; обвально-осыпной склон: 5 – бровка, б – подошва.

Fig. 3. Landslide on the left side of the Okhodzha River valley (the shooting was carried out from a UAV in February 2021): (а) – general view of the left side of the Okhodzha River valley and the position of the landslide body; (б) – the marginal part of the landslide that shifted the bed of the Okhodzha River 25–30 m to the west.

1 – watercourses (а – Okhodzha River, б – temporary watercourses-tributaries of the Okhodzha River); 2 – roads (а – asphalt, б – dirt); landslide body: 3 – boundary of the landslide body, 4 – cracks on the surface of the landslide body; steep slope: 5 – edge of the steep slope, б – foot of the steep slope.

в нижней – 8–15°. В верхней части шлейфа выражены циркообразные в плане уступы с разреженной растительностью и местами нарушенным дерновым покровом (вероятно, стенки срыва оползневых тел).

Под верхней частью склонового шлейфа, по-видимому, происходит разгрузка подземных вод водоносных горизонтов палеогеновых и меловых толщ, слагающих левый борт долины Оходжи. Крупные родники или вклюдзы в период обследования на

Рис. 4. Геоморфологическое строение средней части долины р. Оходжи: (а) – ЦМР, построенная по результатам лидарной съемки 2014 г. (горизонтالي проведены через 10 м); (б) – геоморфологическое строение; (в) – геоморфологический профиль по линии А–Б (рельеф – по ЦМР 2014 г.).

Структурно-денудационные склоны: 1 – крутизной до 35°, 2 – крутизной более 35°; эрозионные склоны: 3 – крутизной более 35°, существенно преобразованные оползневыми процессами, 4 – крутизной менее 35°, местами преобразованные оползневыми процессами; 5 – аллювиальные уровни в днище долины р. Оходжа; 6 – делювиально-коллювиальный шлейф; 7 – делювиально-оползневый шлейф; 8 – оползни-потоки, расчлененные сетью малых эрозионных форм; 9 – крупные стенки срыва оползней; водотоки: 10 – постоянные, 11 – временные; границы оползневого тела: 12 – на ЦМР, 13 – на карте; 14 – линия разлома; 15 – область распространения глинистых пород олигоцена.

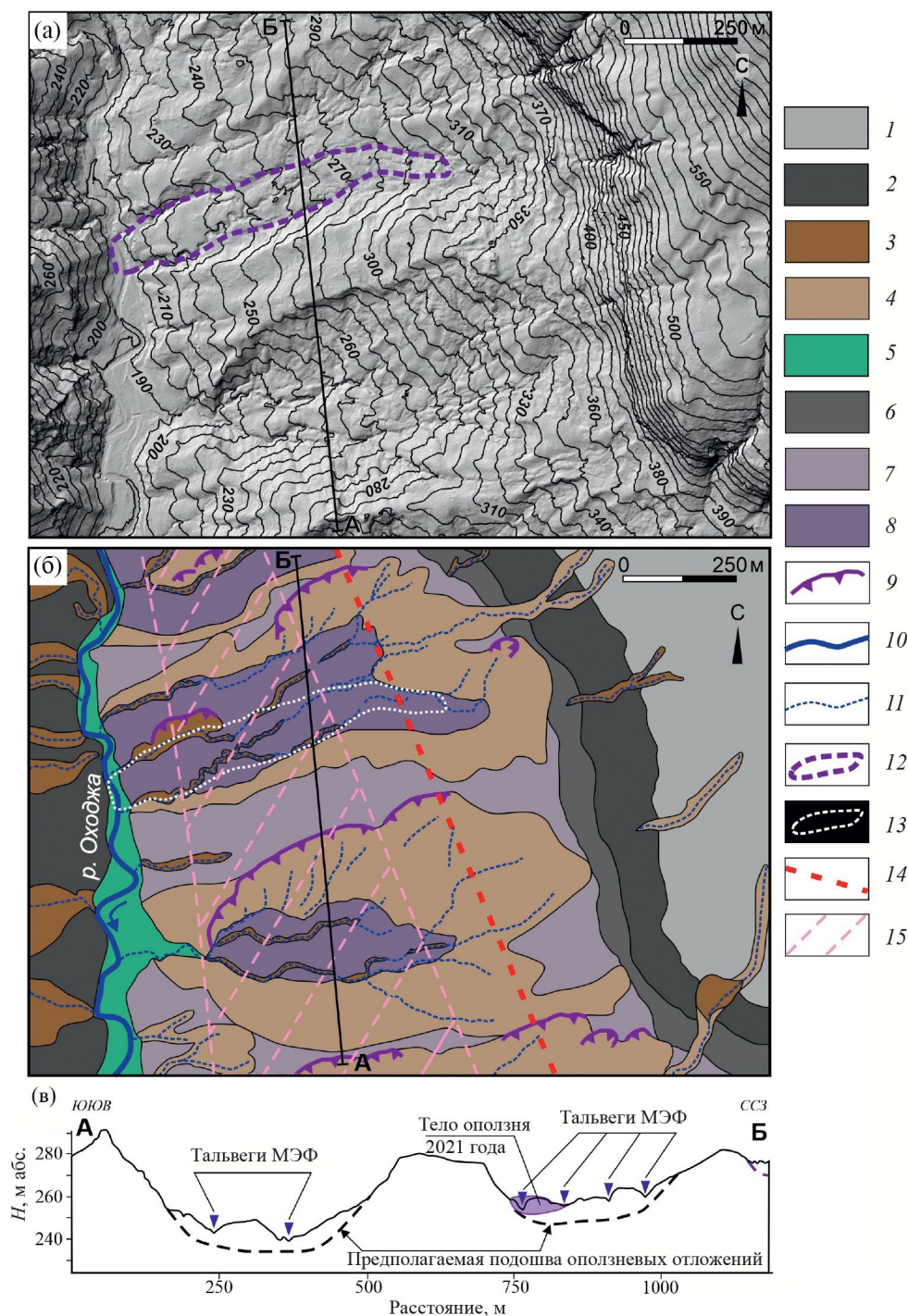
Fig. 4. Geomorphological structure of the middle part of the Okhodzha River valley.

(а) – DEM constructed based on the results of the 2014 lidar survey (contours are drawn every 10 m); (б) – geomorphological structure; (в) – geomorphological profile along line A–B (relief – according to the 2014 DEM).

Structural-denudation slopes: 1 – with a steepness of up to 35°, 2 – with a steepness of more than 35°; erosional slopes: 3 – with a steepness of more than 35°, significantly transformed by landslide processes, 4 – with a steepness of less than 35°, in places transformed by landslide processes; 5 – alluvial levels in the bottom of the Okhodzha river valley; 6 – deluvial-colluvial plume; 7 – deluvial-landslide plume; 8 – landslides, dissected by gullies; 9 – steep slopes of landslide failure; watercourses: 10 – permanent watercourses, 11 – temporary watercourses; boundaries: 12 – boundaries of the landslide body on the DEM, 13 – boundaries of the landslide body on the map; 14 – tectonic fault; 15 – area of distribution of Oligocene clay rocks.

этом склоне не обнаружены. В пределах горного массива, расположенного к СВ от долины р. Оходжи и сложенного слоистыми известняками и мергелями, формирование карстовых полостей и движение подземных вод, вероятно, контролируется плоскостями напластования, тектоническими трещинами и разломами. Эта область относится к Гумистинско-Панавскому спелеологическому району (Тинтилозов, 1976), для которого характерны силь-

ная тектоническая раздробленность, обилие выходов подземных вод на разных абс. высотах, в том числе в днищах долин рек. Модуль подземного стока водоносных горизонтов мел-палеогеновых толщ составляет здесь в среднем около 30 л/с/км² (Гидрогеология..., 1970). Специальные гидрогеологические исследования на левом борту долины Оходжи нами не проводились, однако, опираясь на литературные данные, можно предположить, что в пери-



од снеготаяния и сильных ливней подземный сток приводит к дополнительному увлажнению склонового шлейфа. Способствуют этому также высокая трещиноватость и выветрелость палеогеновых пород в зоне тектонического разлома, проходящего под верхней частью шлейфа.

Склоновый шлейф подстилается в верхней и средней частях породами палеогена: мергелями и мергелистыми известняками P_2^{1+2} , битуминозными мергелями P_2^3 , а также битуминозными глинами и глинистыми песчаниками $P_3chd+mkp$ (см. рис. 2в). В результате переувлажнения, в том числе за счет разгрузки подземных вод, склоновые отложения и подстилающая их верхняя, наиболее выветрелая часть толщи палеогеновых пород теряют устойчивость и вовлекаются в оползневый процесс. В средней части склона, где мощность шлейфа уже значительна, он перекрывает выветрелые глинистые породы хадумского горизонта и майкопской свиты олигоцена, характеризующиеся крайне низкими показателями сцепления, особенно в увлажненном состоянии (в диапазоне $0.2-0.8 \times 10^5$ Па) (Инженерная... 1978). Зеркалом скольжения оползней в средней части склона, по-видимому, является кровля либо подошва измененных выветриванием глинистых пород $P_3chd+mkp$. Именно наличие в строении склона значительного по протяженности участка, где прочностные характеристики подстилающих пород существенно снижаются, представляется главной причиной его неустойчивости. Оползневые подвижки в средней части склона провоцируют оползание и вышележащей толщи шлейфа за счет снижения бокового давления.

Таким образом, последовательное отступление обвальнo-осыпного борта приводит к нарастанию склонового шлейфа, который в свою очередь подвергается оползанию, и длина описанных выше малых долин постепенно увеличивается. В среднем течении расширение малых долин происходит за счет развития оползневых процессов на их бортах, сложенных теми же глинистыми породами олигоцена. Днища долин выполнены толщей деляпсия, который подвержен периодическому смещению вниз по течению при переувлажнении. Сход оползней провоцируется выпадением атмосферных осадков, которые с одной стороны питают горизонты подземных вод, заключенные в мел-палеогеновых толщах, а с другой переувлажняют породы склонового шлейфа и оползневые массы, заполняющие днища долин. В частности, изучаемый свежий оползень-поток сошел после продолжительных (около недели) моросящих дождей в начале января 2021 г.

Развитие оползневых процессов на левом борту влияет на строение днища долины р. Оходжи.

Периодическое подпруживание оползневыми массами существенно ограничивает возможности горизонтальных русловых деформаций, и на всем протяжении изучаемого участка русло реки прижато к правому борту, сложенному песчаниками и конгломератами неогеновой системы.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Выполненные исследования позволяют заключить, что развитие оползневых процессов в верхних бассейнах р. Оходжи предопределено сочетанием геолого-геоморфологических условий, среди которых наиболее важным является положение участка в зоне контакта водоносных меловых толщ Южного макросклона Большого Кавказа и палеогеновых глинистых пород, слагающих периферию предгорной зоны. Горные территории и холмогорья в пределах Абхазии разграничены Рачинско-Лечхумской разломной зоной, выраженной в рельефе в виде четкого перегиба (к примеру, в Новом Афонe) или продольной депрессии (к северу от Мюссерской возвышенности). Региональные разломы, опоясывающие южное подножие горной системы приурочены к зоне контакта меловых и палеогеновых пород (Букия, Абамелик, 1971; Tsereteli et al., 2016). Крутизна склонов горных хребтов, обращенных к морю, с характерным падением слоев в том же направлении составляет $30-70^\circ$, склоновых шлейфов у их подножья — $15-40^\circ$. При совпадении экспозиции склона и направления падения слоев коренных пород создаются благоприятные условия для повышенного увлажнения склоновых шлейфов, и в верхней части глинистых толщ развивается оползание. В сходных условиях в пределах Абхазии расположены и описанные ранее Новоафонский, Мачарский и Эшерский оползневые районы (Вадачкория, 1989; Инженерная геология, 1978). Рекогносцировочные работы на местности позволили выявить и другие оползневые районы, локализованные в зоне сочленения горной территории и холмогорий с близким геолого-геоморфологическим строением (рис. 5, табл. 1).

В период 2020–2024 гг. зафиксированные подвижки оползневых тел произошли в шести из выделенных оползневых районов, нанеся ущерб хозяйству и населению (Хашупсинском, Приморском, Новоафонском, Эшерском, Бедийском (оползень, описанный выше) и Дихазургском). Все они имели характер оползней-потоков, за исключением Хашупсинского оползня (апрель 2024 г.), который являлся блоковым, и произошли в осенне-весенний период вследствие затяжных дождей. Риск развития оползневых процессов в пределах выделенных районов связан с их высокой хозяйственной освоенностью.

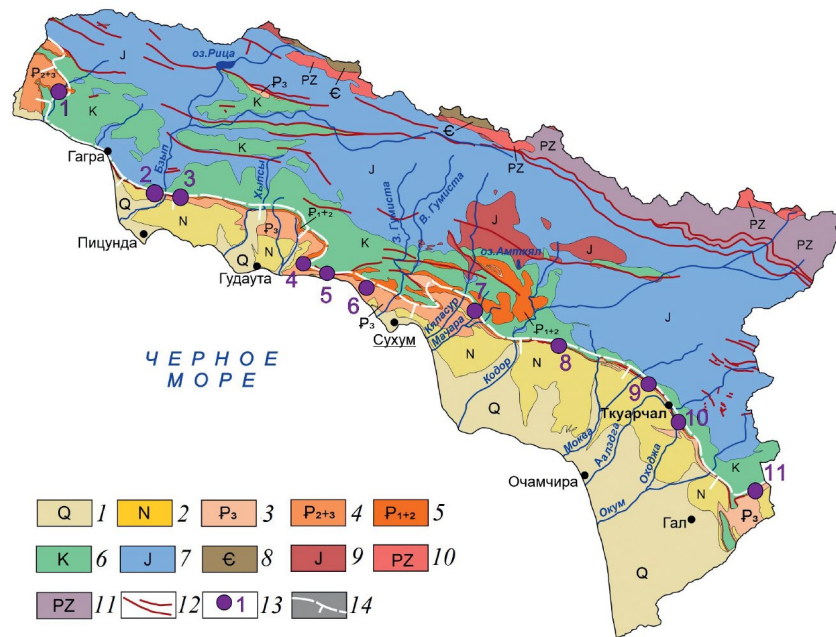


Рис. 5. Выявленные крупные оползневые районы в зоне сочленения гор и холмогорий (геологическая основа по Букии, Абамелик, 1971).

Осадочные породы: 1 – четвертичной системы, 2 – неогеновой системы, 3 – олигоценового отдела палеогеновой системы (хадумский горизонт и майкопская свита), 4 – мехадырской свиты эоценового и олигоценового отделов палеогеновой системы, 5 – палеоценового и эоценового отделов палеогеновой системы, 6 – меловой системы, 7 – осадочно-вулканогенные и метаморфические породы юрской системы; 8 – метаморфические породы кембрийского возраста; *магматические породы:* 9 – юрского возраста, 10 – палеозоя; 11 – метаморфические породы палеозоя; 12 – разломные нарушения; 13 – оползневые районы (1 – Хашупсинский, 2 – Бзыбский, 3 – Калдахварский, 4 – Приморский, 5 – Новоафонский, 6 – Эшерский, 7 – Мачарский, 8 – Ахуцинский, 9 – Аджампазранский, 10 – Бедийский, 11 – Дихазургский); 14 – подножье горной системы Южного макросклона Большого Кавказа (бергштрихи направлены в сторону холмогорий).

Fig. 5. Landslide sites identified in the junction zone of mountains and hills (geological basis according to Bukiya, Abamelik, 1971).

Sedimentary rocks: 1 – of the Quaternary system, 2 – of the Neogene system, 3 – of the Oligocene division of the Paleogene system (Khadum horizon and Maikop suite), 4 – of the Mekhadyr suite of the Eocene and Oligocene divisions of the Paleogene system, 5 – of the Paleocene and Eocene divisions of the Paleogene system, 6 – of the Cretaceous system, 7 – sedimentary-volcanogenic and metamorphic rocks of the Jurassic system; 8 – metamorphic rocks of the Cambrian age; *igneous rocks:* 9 – of the Jurassic age, 10 – of the Paleozoic; 11 – metamorphic rocks Paleozoic; 12 – faults; 13 – landslide areas (1 – Khashupsinsky, 2 – Bzybsky, 3 – Kaldakhvarky, 4 – Primorsky, 5 – Novoafonsky, 6 – Eshersky, 7 – Macharsky, 8 – Akhutsinsky, 9 – Adzhampazransky, 10 – Bedia, 11 – Dikhazurgsky); 14 – the foothills of the mountain system of the Southern macroslope of the Greater Caucasus (bergstriches are directed towards the hills).

Особенно выделяется в этом отношении Новоафонский оползневый участок, в пределах которого узкая полоса холмистых предгорий полностью застроена (здесь расположен город-курорт Новый Афон с населением около 1.5 тыс. чел. по состоянию на 2020 г.), а вдоль моря проходит главная республиканская автомобильная дорога, ежегодно деформируемая в результате схода оползней-потоков. Последними в сельской местности за рассматриваемый период было разрушено несколько жилых домов (Бедийский участок), грунтовых (Хашупсинский, Приморский, Эшерский, Бедийский участки) и асфальтированных (Калдахварский, Бедийский и Дихазургский участки) дорог.

Анализируя соотношение элементов залегания пластов коренных дочетвертичных пород с морфологией склона (табл. 1), можно отметить, что оползание развивается прежде всего там, где направление падения слоев и экспозиция склона совпадают или очень близки. При этом, к примеру, в Хашупсинском оползневом районе аналогичные условия провоцируют оползание на склоне, обращенном на северо-восток, а в Приморском – на запад, в отличие от прочих, ориентированных на юг.

Таким образом, экспозиция склона сама по себе не является определяющим условием развития оползания. Соотношение крутизны склона и угла падения слагающих его пород демонстрирует, что

Таблица 1. Элементы залегания дочетвертичных пород и крутизна склонов в районах развития оползневых процессов (сведения о геологическом строении – по Букии, Абаменлик, 1971)**Table 1.** Bedding elements of pre-Quaternary rocks and slope steepness in areas of wide-spread landslide processes (information on the geological structure – according to Bukiya, Abamelik, 1971)

Оползневый район и его номер на рис. 4	Экспозиция и крутизна склона в верхней/ нижней (шлейф) части зоны сочленения гор и холмогорий	Возраст мезозойских пород, направление и угол их падения	Направление и угол падения глинистых пород олигоцена	Наличие разломного нарушения в зоне сочленения гор и холмогорий
1. Хашупсинский	СВ 40–50°/20–25°	K_2 СВ 40–50°	СВ 35–40°	–
2. Бзыбский	Ю 40–50°/20–30°	K_2 Ю 55–65°	Ю 45–50°	+
3. Калдахварский	Ю 40–50°/15–25°	K_2 Ю 70–80°	Ю 60–70°	
4. Приморский	З 30–45°/10–20°	K_2 З 25–35°	З 30–35°	–
5. Новоафонский	Ю 45–55°/15–25°	K_2 Ю 80–85°	Ю 80–85°	+
6. Эшерский	ЮЮЗ 35–45°/20–30°	K_2 ЮЮЗ 20–30°	Ю 25–35°	–
7. Мачарский	ЮЗ 45–55°/10–25°	K_2 ЮЗ 40–50°	ЮЗ 50–60°	
8. Ахуцинский	ЮЮЗ 45–60°/25–35°	K_2 ЮЮЗ 50–60°	ЮЮЗ 50–60°	
9. Аджампазранский	ЮЗ 40–50°/15–25°	K_{1-2} ЮЗ 75–85°	ЮЗ 60–70°	+
10. Бедийский	ЮЗ 45–55°/15–25°	K_2 ЮЗ 50–70°	ЮЗ 50–60°	
11. Дихазургский	ЮВ 40–50°/10–20°	K_2 ЮВ 70–80°	ЮЗ 50–60°	–

оползание развивается наиболее активно там, где угол падения пород мезозоя, слагающих вышележащий склон, составляет 40–45° и более. В частности, Эшерский оползневый район, где этот угол существенно меньше, характеризуется ограниченным развитием оползней в зоне сочленения гор и холмогорий. Широкое развитие оползней характерно здесь исключительно для лежащей гипсометрически ниже зоны эрозионного бедленда, слагаемой глинистыми породами олигоцена.

Активное развитие оползневых процессов в зоне сочленения гор и холмогорий в тектоническом отношении соответствующей Рачинско-Лечхумскому региональному разлому (Тектоника южного..., 2009; Saintot et al., 2006; Adamia et al., 2015), по-видимому, продолжается в течение всего четвертичного времени. За счет увлажнения атмосферными осадками и подземными водами склоновые шлейфы подвержены оползанию по кровле глинистых пород палеогена (при этом в движение частично вовлекается и верхняя, наиболее выветрелая их часть). Оползневые тела перерабатываются эрозией, развивающейся здесь весьма эффективно, чему способствует не только рыхлый состав поверхностных толщ, но также частые сильные ливни, спровоцированные барьерной ролью Юж-

ного макросклона Большого Кавказа. В результате тектонически предопределенная зона сочленения гор и холмогорий, местами выраженная в виде депрессии, подчеркивается и за счет специфики экзогенного морфолитогенеза.

В частности, подобная депрессия шириной 2–4 км разделяет Бзыбский хребет и Мюссерскую возвышенность в Западной Абхазии. Днище депрессии на большей площади сложено глинистыми породами олигоцена. Поперечный профиль депрессии ящикообразный, северный борт структурный, сложен падающими к югу преимущественно карбонатными породами мела, южный – аструктурный, сложен падающими к югу неогеновыми молассами. Депрессия дренируется левыми притоками р. Бзыби, а также р. Мюссерой и Мчиштой, берущими начало у подножья южного макросклона Бзыбского хребта. Представляется, что существенную роль в макроморфологическом обособлении депрессии могли сыграть процессы эрозии и оползания, которые развиваются здесь гораздо более эффективно, в сравнении с прилегающими участками, сложенными более устойчивыми к денудации породами.

Рассматриваемый в работе Бедийский оползневый район в геолого-геоморфологическом отноше-

нии представляет собой похожую депрессию (только существенно уступающую по размерам), дренируемую р. Оходжей и ее притоками. Безусловно, помимо структурно-геологических условий важную роль в развитии оползневых процессов играет высокая влажность климата в предгорной зоне Абхазии, где обильные осадки провоцируют оползневые подвижки. Именно повышенное увлажнение поверхностных толщ в результате интенсивных и/или продолжительных ливней рассматривается в качестве главного фактора активизации оползневых процессов на территории Восточного Причерноморья: в Грузии (Tatashidze et al., 2006; Бондарев и др., 2014; Bolashvili et al., 2015; Купарадзе, 2018) и Турции (Uzun, Uzun, 2004). Повышенная увлажненность примыкающей к горам предгорной расчлененной равнины в пределах Абхазии связана также с разгрузкой в этой зоне водоносных горизонтов, заключенных в юрских и меловых толщах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненного исследования позволяют сделать следующие выводы, касающиеся геолого-геоморфологических условий развития оползней в пределах Бедийского оползневого района, а также зоны сочленения гор и холмогорий Абхазии в целом:

1. Важнейшим условием является положение Бедийского оползневого района в зоне сочленения южного макросклона Большого Кавказа, сложенного водоносными толщами меловой системы и холмогорья, слагаемого глинистыми породами палеогена (в частности, глинами и глинистыми песчаниками хадумского горизонта и майкопской свиты олигоцена $P_3chd+mkp$ с низкими показателями фильтрации и сцепления).

2. Оползание провоцируют обильные осадки, способствует же ему совпадение экспозиции левого склона долины р. Оходжи и направления падения слоев слагающих его коренных пород, а также наличие разломного нарушения, в зоне которого коренные породы палеогена характеризуются высокой выветрелостью и неустойчивостью к сдвигу.

3. Основным типом оползней в пределах Бедийского участка являются вязкопластичные оползни-потоки, развивающиеся по кровле глинистых пород эоцена и олигоцена и частично вовлекающие в движение их верхнюю, наиболее выветрелую часть. Фактическая мощность отдельных оползней-потоков составляет 3–8 м. Смещению подвергается прежде всего склоновый чехол, в том числе оползневые тела предшествующих подвижек.

4. В результате широкого развития оползневых процессов и сопутствующей эрозии на левобережье

р. Оходжи сформировался эрозионно-оползневый бедленд. Наиболее неустойчивыми участками, не рекомендованными к освоению в связи с периодическими подвижками оползней, являются склоны малых долин — левых притоков р. Оходжи, а также их широкие днища, заполненные деляпсием.

5. Известные ранее и выявленные в настоящей работе оползневые районы предгорной зоны Абхазии характеризуются сходством геолого-геоморфологического строения и факторов, провоцирующих оползание. Хозяйственное освоение этих территорий должно предусматривать устройство дренажных систем для снижения водонасыщенности склоновых шлейфов и обводненности их приподошвенной зоны.

6. Развитие оползневых и эрозионных процессов во влажных субтропиках предгорной части Абхазии оказывает влияние на темпы денудации в предгорьях и приводит к макроморфологическому структурно-денудационному обособлению депрессий, сложенных податливыми к денудации породами.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования выполнены в рамках темы госзадания кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова (№ 121040100323-5 “Эволюция природной среды в кайнозое, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования”) и научной темы отдела водных ресурсов и динамики береговых процессов Института экологии Академии наук Абхазии (“Исследование опасных природных процессов на территории Абхазии”).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас Грузинской ССР (1964). Тбилиси—М.: ГУГК ГГК СССР. 270 с.
- Бондырев И.В., Церетели Э.Д., Узун А., Заалишвили В.Б. (2014) Оползни Южного Кавказа. *Геология и геофизика Юга России*. Т. 2. № 4. С. 105–123.
- Букия С.Г., Абамелик Е.М. (1971) Атлас геологических карт и карт полезных ископаемых Абхазской АССР масштаба 1:50000. М.: Всесоюзный аэрогеологический трест Министерства геологии СССР. 34 с.
- Букия С.Г., Колосовская О.В., Абамелик Е.М. (1971) Объяснительная записка к геологической карте и карте полезных ископаемых Абхазской АССР масштаба 1:50000. М.: Копировально-картографическое предприятие Всесоюзного геологического фонда. 338 с.
- Булыгин А.М., Грузинов В.М., Воронцов А.А. и др. (2023) Новая география Черного моря. Обнинск: Арктифлекс. 208 с.

- Вадачкория О.А., Джанджгава И.К., Попов Ю.И. (1989) Комплексный геолого-геофизический анализ условий и факторов формирования оползней на Черноморском побережье Грузии. *Инженерная геология*. № 1. С. 58–65.
- Воскресенский С.С. (1968) Геоморфология СССР. М.: Высшая школа. 368 с.
- Гвоздецкий Н.А. (1954) Физическая география Кавказа. М.: Изд-во МГУ. 206 с.
- Геологический словарь. Т. 2. (1973) М.: Недра. 457 с.
- Гидрогеология СССР. Т. 10. Грузинская ССР. (1970) М.: Недра. 404 с.
- Инженерная геология СССР. Т. 8. Кавказ, Крым, Карпаты. (1978). М.: Изд-во МГУ. 365 с.
- Келлер Б.М., Меннер В.В. (1945) Палеогеновые отложения Сочинского района и связанные с ними подводные оползни. *Бюллетень МОИП. Отдел геологический*. Т. 20. Вып. 1-2. С. 83–101.
- Купарадзе Д. (2018) Катастрофический оползень в г. Тбилиси (Грузия) и инженерное решение последствий. *World Science*. Т. 2. № 4(32). С. 10–18.
- Мамедов С.Г., Тарихазер С.А. (2023) Применение количественных методов для оценки оползневой восприимчивости бассейна реки Гирдыманчай. *Известия ТулГУ. Науки о Земле*. Вып. 1. С. 38–67.
- Мдинарадзе Л.А., Церетели Э.Д., Меликсед-бег Д.А. и др. (1988) Генеральная схема противоэрозионных мероприятий на период 1981–2000 годы. Тбилиси: Сабчота Сакартвело. 725 с.
- Разумовский Р.О., Еременко Е.А., Болысов С.И. и др. (2023) Рельеф и геоморфологические опасности на территории городов Абхазии. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. № 1. С. 65–80. <https://doi.org/10.55959/MSU0579-9414-5-20231-658-0>
- Тарихазер С.А. (2020) Современные оползневые процессы рельефообразования Большого Кавказа (в пределах Азербайджана). *Известия ТулГУ. Науки о Земле*. Вып. 1. С. 120–136.
- Тинтилозов З.К. (1976) Карстовые пещеры Грузии (морфологический анализ). Тбилиси: Мецниереба. 310 с.
- Тихонова Т.И., Смирнова В.В., Валеев Л.Г. и др. (2024) Экзогенные геоморфологические процессы в бассейне р. Ряпш (Западная Абхазия). В сб.: *Исследования молодых географов*. М.: ИП Ерхова И.М. С. 26–36.
- Трифонов В.Г., Соколов С.Ю., Соколов С.А., Хессами Х. (2020) Мезозойско-кайнозойская структура Черноморско-Кавказско-Каспийского региона и ее соотношение со строением верхней мантии. *Геотектоника*. № 3. С. 55–81. <https://doi.org/10.31857/S0016853X20030108>
- Церетели Э.Д. (2003) Природно-катастрофические явления и проблема устойчивого развития Грузии и приграничных территорий. Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. Тбилиси: ТГУ. 2003. 109 с.
- Шереметьев И.А., Сметанкина И.С., Разин С.А. и др. (2024) Геоморфологические последствия катастрофических ливней 2023 года на территории Западной Абхазии. В сб.: *Исследования молодых географов*. М.: ИП Ерхова И.М. С. 14–25.
- Экба Я.А., Ахсалба А.К., Марандиди С.И., Корсантия А.З. (2021) Трансформация атмосферных осадков на территории Абхазии в связи с региональным потеплением климата. В сб.: *Материалы Всероссийской открытой конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы*. Нальчик: Принт Центр. С. 460–464.
- Экба Я.А., Гварамия А.А., Дбар Р.С., Ахсалба А.К. (2017) Повторяемость опасных явлений погоды и их экологические последствия на территории Абхазии. В сб.: *Сборник материалов III Кавказского экологического форума*. Грозный: Изд-во Чеченского гос. ун-та им. А.А. Кадырова. С. 257–265.
- Adamia S.A., Chkhotua T.G., Gavgaze T.T. et al. (2015) Tectonic setting of Georgia-Eastern Black Sea: a review. *Geological Society London Special Publications*. Vol. 428. Iss. 1. <https://doi.org/10.1144/SP428.6>
- Bolashvili N., Tsereteli E., Kutsnashvili O. et al. (2015) Climate as an integral synthesizer in development-reactivation processes of landslide and diagnostic criterion of its evaluation. *Engineering geology for Society and Territory*. Vol. 2. P. 1781–1786. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09057-3_315
- Gaprindashvili G., Van Westen C.J. (2016) Generation of a national landslide hazard and risk map for the country of Georgia. *Nat. Hazards*. Vol. 80. P. 69–101. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1958-5>
- Saintot A., Brunet M.-F., Yakovlev F. et al. (2006) The Mesozoic-Cenozoic tectonic evolution of the Greater Caucasus. *Geological Society London Memoirs*. Vol. 32. P. 2772–89. <https://doi.org/10.1144/GSL.MEM.2006.032.01.16>
- Tatashidze Z., Tsereteli E., Bondirev I., Tsereteli N. (2006) Relevance of climatic anomalies in the development of exogeodynamic processes. *Collected works of the Institute of Geography*. Tbilisi. No. 1(80). P. 107–120.
- Tsereteli N., Tibaldi A., Alania V. et al. (2016) Active tectonics of central-western Caucasus, Georgia. *Tectonophysics*. Vol. 691. P. 328–344. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2016.10.025>
- Uzun A., Uzun S. (2004) Landslide problems in the coastal zone of the Eastern Black Sea Region, Turkey. *Natural and Anthropogenic Catastrophes*. P. 29–39.
- Varazanashvili O., Tsereteli N., Amiranashvili A. et al. (2012) Vulnerability, Hazards and Multiple risk assessment for Georgia. *Nat. Hazards*. Vol. 64. P. 2021–2056. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0374-3>

BEDIA LANDSLIDE SITE IN EASTERN ABKHAZIA¹E. A. Eremenko^{a, #}, R. Yu. Zhiba^b, Yu. N. Fuzeina^a, I. P. Neshenko^b, N. P. Zaraiskiy^a, and R. S. Dbar^b^a Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia^b Institute of Ecology, Academy of Sciences of Abkhazia, Sukhum, Abkhazia[#] E-mail: eremenkoeaig@gmail.com

The article presents the results of geomorphological studies of the area of widespread landslide processes in the upper reaches of the Okhodzha River basin (right tributary of the Okum River, Black Sea basin). The characteristics of the geological and geomorphological conditions and factors that contributed to the occurrence of a large landslide in January 2021 are given. It has been established that the main type of landslides within the Bedia site are landslide flows developing along the roof of Eocene and Oligocene (Khadum horizon and Maikop Formation) claystones. The thickness of landslide bodies ranges from 34–78 m. The slope cover is mainly subject to displacement, including the bodies of previous landslides. It is shown that the main condition determining the development of landslide processes is the position of the Bedia landslide site at the junction of the water-logged carbonate rocks of Cretaceous age exposed along the Southern macroslope of the Greater Caucasus, and denuded foothills composed of the Paleogene clayey rocks. The landslides are triggered by prolonged precipitation and facilitated by the coincidence of the slope and the bedrock dip direction on the left slope of the Okhodzha River valley. Due to the large-scale development of landslide processes accompanied by erosion, an erosion-landslide badland was formed on the left bank of the Okhodzha River. The most unstable areas, not recommended for land-use due to periodic landslide movements, are the slopes of small valleys – left tributaries of the Okhodzha River, as well as their wide bottoms filled with landslide deposits. According to the main features of the geological and geomorphological structure, the studied area is similar to the Novoafonsky, Eshersky and Macharsky landslide areas previously described in scientific literature. Economic development of these territories should include not only constructive measures to protect against landslides (retaining walls, artificial terracing, etc.), but also the installation of drainage systems to reduce the water saturation of slope deposits and the water content at the base of the slope.

Keywords: landslides; foothills; Maikop suite; Khadum horizon; Paleogene clays; Eastern Black Sea region

ACKNOWLEDGMENTS

The research was carried out within the framework of the theme of the state assignment “Cenozoic evolution of the environment, the dynamics of the relief, geomorphological hazards and risks of land-use” (No. 121040100323-5) of the Department of Geomorphology and Paleogeography (Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography) and scientific theme of the Department of Water Resources and Coastal Dynamics “Investigation of natural hazards in Abkhazia” (Institute of Ecology, Academy of Sciences of Abkhazia).

REFERENCES

- Adamia S.A., Chkhotua T.G., Gavtagze T.T. et al. (2015) Tectonic setting of Georgia-Eastern Black Sea: a review. *Geological Society London Special Publications*. Vol. 428. Iss. 1. <https://doi.org/10.1144/SP428.6>
- Atlas of the Georgian SSR (Atlas Gruzinskoy SSR) (1964). Tbilisi–Moscow: GUGK GKG SSSR (Publ.). 270 p. (in Russ).
- ¹ *For citation:* Eremenko E. A., Zhiba R. Yu., Fuzeina Yu. N., Neshenko I. P., Zaraiskiy N. P., and Dbar R. S. (2025) Bedia landslide site in Eastern Abkhazia. *Geomorfologiya i Paleogeografiya*. Vol. 56. No. 2. P. 292–306 (in Russ). <https://doi.org/10.31857/S2949178925020086>; <https://elibrary.ru/GQCNTL>
- Bolashvili N., Tsereteli E., Kutsnashvili O. et al. (2015) Climate as an integral synthesizer in development-reactivation processes of landslide and diagnostic criterion of its evaluation. *Engineering geology for Society and Territory*. Vol. 2. P. 1781–1786. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09057-3_315
- Bondyrev I.V., Tsereteli E.D., Uzun A., Zaalishvili V.B. (2014) Landslides of the South Caucasus. *Geologiya i geofizika Yuga Rossii*. Vol. 2. No. 4. P. 105–123 (in Russ).
- Bukiya S.G., Abamelik E.M. (1971) Atlas of Geological Maps and Maps of Useful Fossils of the Abkhaz ASSR at a Scale of 1:50000 (Atlas geologicheskikh kart i kart poleznykh iskopaemykh Abkhazskoi ASSR masshtaba 1:50000). Moscow: Vsesoyuznyi aerogeologicheskii trest Ministerstva geologii SSSR (Publ.). 34 p. (in Russ).
- Bukiya S.G., Kolosovskaya O.V., Abamelik E.M. (1971) Explanatory note to the geological map and mineral resource map of the Abkhaz ASSR at a scale of 1:50000 (Ob'yasnitel'naya zapiska k geologicheskoi karte i karte poleznykh iskopaemykh Abkhazskoi ASSR masshtaba 1:50000). Moscow: Kopiroval'no-kartograficheskoe predpriyatie Vsesoyuznogo geologicheskogo fonda (Publ.). 338 p. (in Russ).
- Bulygin A.M., Gruzinov V.M., Voroncov A.A. et al. (2023) Novaya geografiya Chernogo morya (New geography of the Black Sea). Obninsk: Artifeks (Publ.). 208 p. (in Russ).
- Ekba Ya.A., Ahsalba A.K., Marandidi S.I., Korsantiya A.Z. (2021) Transformation of atmospheric precipitation in

- Abkhazia due to regional climate warming. In: *Materialy Vserossiiskoi otkrytoi konferentsii po fizike oblakov i aktivnym vozdviizhivaniyam na gidrometeorologicheskie protsessy*. Nal'chik: Print Tsenter (Publ.). P. 460–464 (in Russ).
- Ekba Ya.A., Gvaramiya A.A., Dbar R.S., Ahsalba A.K. (2017) Recurrence of hazardous weather phenomena and their environmental consequences in Abkhazia. In: *Sbornik materialov III Kavkazskogo ekologicheskogo foruma*. Grozny: Chechenskii gos. un-t im. A.A. Kadyrova (Publ.). P. 257–265 (in Russ).
- Gaprindashvili G., Van Westen C.J. (2016) Generation of a national landslide hazard and risk map for the country of Georgia. *Nat. Hazards*. Vol. 80. P. 69–101. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1958-5>
- Geologicheskii slovar'. Tom 2 (Geological Dictionary. Vol. 2.) (1973). Moscow: Nedra (Publ.). 457 p. (in Russ).
- Gidrogeologiya SSSR. Tom 10. Gruzinskaya SSR. (Hydrogeology of the USSR. Vol. 10. Georgian SSR.) (1970). Moscow: Nedra (Publ.). 404 p. (in Russ).
- Gvozdeckiy N.A. (1954) Fizicheskaya geografiya Kavkaza (Physical geography of the Caucasus). Moscow: Moskovskii universitet (Publ.). 206 p. (in Russ).
- Inzhenernaya geologiya SSSR. Tom 8. Kavkaz, Krym, Karpaty. (Engineering Geology of the USSR. Vol. Caucasus, Crimea, Carpathians) (1978). Moscow: MGU (Publ.). 365 p. (in Russ).
- Keller B.M., Menner V.V. (1945) Paleogene deposits of the Sochi region and associated underwater landslides. *Byulleten' MOIP. Otdel geologicheskii*. Vol. 20. Iss. 1-2. P. 83–101 (in Russ).
- Kupradze D. (2018) Catastrophic landslide in Tbilisi (Georgia) and engineering solution to the consequences. *World Science*. Vol. 2. No. 4(32). P. 10–18 (in Russ).
- Kutepova V.M., Sheko A.I. (Eds.) (2002) Ekzogennye geologicheskie opasnosti (Exogenous geological hazards). Moscow: KRUK (Publ.). 348 p. (in Russ).
- Mamedov S.G., Tarihazer S.A. (2023) Application of quantitative methods for assessing landslide susceptibility of the Girdimanchay River basin. *Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle*. Iss. 1. P. 38–67 (in Russ).
- Mdinardze L.A., Cereteli E.D., Meliksed-beg D.A. et al. (1988) General'naya skhema protiverozionnykh meropriyatii na period 1981–2000 gody (General scheme of anti-erosion measures for the period 1981–2000). Tbilisi: Sabchota Sakartvelo (Publ.). 725 p. (in Russ).
- Razumovskiy R.O., Eremenko E.A., Bolysov S.I. et al. (2023). Geomorphological structure and processes in urban areas of Abkhazia. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. No. 1. P. 65–80 (in Russ). <https://doi.org/10.55959/MSU0579-9414-520231-65-80>
- Saintot A., Brunet M.-F., Yakovlev F. et al. (2006) The Mesozoic–Cenozoic tectonic evolution of the Greater Caucasus. *Geological Society London Memoirs*. Vol. 32. P. 277–289. <https://doi.org/10.1144/GSL.MEM.2006.032.01.16>
- Sheremet'ev I.A., Smetankina I.S., Razin S.A. et al. (2024) Geomorphological consequences of the catastrophic rainfalls of 2023 on the territory of Western Abkhazia. In: *Issledovaniya molodykh geografov*. Moscow: IP Erhova I.M. (Publ.). P. 14–25 (in Russ).
- Tarihazer S.A. (2020) Modern landslide processes of relief formation in the Greater Caucasus (within Azerbaijan). *Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle*. Iss. 1. P. 120–136 (in Russ).
- Tatashidze Z., Tsereteli E., Bondirev I., Tsereteli N. (2006) Relevance of climatic anomalies in the development of exogeodynamic processes. *Collected works of the Institute of Geography*. Tbilisi. № 1(80). P. 107–120.
- Tihonova T.I., Smirnova V.V., Valeev L.G. et al. (2024) Exogenous geomorphological processes in the Ryapsh River basin (Western Abkhazia). In: *Issledovaniya molodykh geografov*. Moscow: IP Erhova I.M. (Publ.). P. 26–36 (in Russ).
- Tintilozov Z.K. (1976) Karstovye peshchery Gruzii (morfologicheskii analiz) (The karst caves of Georgia (morphological analysis)). Tbilisi: Metsniereba (Publ.). 310 p. (in Russ).
- Trifonov V.G., Sokolov S. Yu., Sokolov S.A., Hessami Kh. (2020) Mesozoic–Cenozoic Structure of the Black Sea–Caucasus–Caspian Region and Its Relationships with the Upper Mantle Structure. *Geotectonics*. No. 3. P. 55–81. <https://doi.org/10.31857/S0016853X20030108>
- Tsereteli E.D. (2003) Prirodno-katastroficheskie yavleniya i problema ustoychivogo razvitiya Gruzii i prigranichnykh territorii (Natural catastrophic phenomena and the problem of sustainable development of Georgia and border territories). PhD thesis. Tbilisi: TGU. 109 p. (in Russ).
- Tsereteli N., Tibaldi A., Alania V. et al. (2016) Active tectonics of central-western Caucasus, Georgia. *Tectonophysics*. Vol. 691. P. 328–344. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2016.10.025>
- Uzun A., Uzun S. (2004) Landslide problems in the coastal zone of the Eastern Black Sea Region, Turkey. *Natural and Anthropogenic Catastrophes*. P. 29–39.
- Vadachkoriya O.A., Dzhandzhgava I.K., Popov Yu.I. (1989) Comprehensive geological and geophysical analysis of the conditions and factors of landslide formation on the Black Sea coast of Georgia. *Inzhenernaya geologiya*. No. 1. P. 58–65 (in Russ).
- Varazanashvili O., Tsereteli N., Amiranashvili A. et al. (2012) Vulnerability, Hazards and Multiple risk assessment for Georgia. *Nat. Hazards*. Vol. 64. P. 2021–2056. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0374-3>
- Voskresenskiy S.S. (1968) Geomorfologiya SSSR (Geomorphology of the USSR). Moscow: Vysshaya shkola (Publ.). 368 p. (in Russ).