

РЕЛЬЕФ И ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДОВ АБХАЗИИ

Р.О. Разумовский¹, Е.А. Еременко², С.И. Болысов³, Ю.Н. Фузеина⁴, В.А. Боголюбский⁵,
П.Д. Журавлев⁶, Р.Ю. Жибя⁷, А.А. Деркач⁸, А.В. Бредихин⁹, Р.С. Дбар¹⁰

^{1, 5} Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет
^{2–4, 6, 8, 9} Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет,
кафедра геоморфологии и палеогеографии
^{7, 10} Институт экологии Академии наук Абхазии

¹ Кафедра инженерной и экологической геологии, магистрант; e-mail: ror1554@mail.ru

² Доц., канд. геогр. наук; e-mail: eremenkoeaig@gmail.com

³ Проф., д-р геогр. наук; e-mail: sibol1954@bk.ru

⁴ Доц., канд. геогр. наук; e-mail: donaldw@bk.ru

⁵ Кафедра динамической геологии, магистрант; e-mail: Bogolubskiyv@yandex.ru

⁶ Студент, e-mail: paulegrus@gmail.com

⁷ Ст. науч. сотр.; e-mail: romazb@mail.ru

⁸ Преод., канд. геогр. наук; e-mail: derkach1977@yandex.ru

⁹ Зав. кафедрой, проф., д-р геогр. наук; e-mail: avbredikhin@yandex.ru

¹⁰ Директор, канд. биол. наук; e-mail: romandbar@mail.ru

По результатам выполненных в 2021–2022 гг. экспедиционных геоморфологических исследований с привлечением опубликованных материалов впервые составлена крупномасштабная (от 1:25 000 до 1:100 000) характеристика рельефа городских территорий Республики Абхазии (Гагры, Пицунды, Гудауты, Нового Афона и Сухума), подготовлены не имевшие ранее аналогов общие геоморфологические карты, легенды которых построены по морфогенетическому принципу. По морфоструктурной позиции и геоморфологическому строению города разделены на три группы: 1) полностью лежащие в области распространения прибрежно-морского рельефа (Пицунда и Гудаута); 2) расположенные преимущественно в пределах морских террас и эрозионно-денудационных возвышенностей (Сухум и Гагра); 3) полностью расположенные в низкорельефе с преобладанием сильно расчлененного структурно-денудационного, флювиального и склонового рельефа (Новый Афон). Полевое обследование выявило около 300 участков проявления неблагоприятных и опасных геоморфологических процессов на городских территориях, из которых 44% приходится на территорию Сухума, 26 – Гудауты, 11 – Гагры, 10 – Пицунды, 9% – Нового Афона. Ведущее место в спектре присущих геоморфологических опасностей принадлежит суффозионным, эрозионным и биогенным процессам. Состав прочих процессов в спектре предопределен геоморфологической позицией городов. Наиболее широкий спектр, включающий, кроме названных выше процессов, также карст, сели, обвально-осыпные и оползневые процессы (т. е. наиболее опасные), характерен для городских территорий со сложным строением рельефа, обилием крутых склонов и расположенных в пределах узкой полосы, отделяющей отроги Главного Кавказского хребта от моря (Гагра, Новый Афон). Выполнена качественная оценка риска разрушения уличной инфраструктуры (дорожного полотна, коммуникаций и др.) опасными геоморфологическими процессами и установлена высокая степень его зависимости от геоморфологической позиции конкретного участка города. В частности, на основании закономерностей распределения зафиксированных проявлений неблагоприятных и опасных геоморфологических процессов установлено, что наиболее благоприятные условия для строительства и эксплуатации городской инфраструктуры и застройки в целом создаются в пределах выровненных поверхностей позднеплейстоценовых морских террас, а также верхних уровней надпойменных террас в долинах крупных рек. Прочие уровни рельефа обладают теми или иными недостатками, затрудняющими освоение. Так, строительство на поверхности новочерноморской (голоценовой) морской террасы возможно лишь при условии гидроизоляции фундаментов и отсыпок грунта на пониженных участках. Освоение высоких морских террас, эрозионно-денудационного и структурно-денудационного рельефа затруднено из-за большой густоты эрозионного расчленения.

Ключевые слова: геоморфология городских территорий, опасные геоморфологические процессы, Гагра, Пицунда, Гудаута, Новый Афон, Сухум, оценка опасности

ВВЕДЕНИЕ

Геоморфология городов как научное направление, «систематизирующее знания о строении, внешних признаках и свойствах, закономерностях формирования и развития, взаимосвязях и взаимозависимостях рельефа и геоморфологических условий на городских территориях» [Геоморфология городских..., 2017, с. 7], оформилась относительно недавно (в 1990-х гг.). По этой причине научные труды, посвященные рельефу и геоморфологическим процессам на селитебных территориях в пределах Абхазии, до сих пор крайне немногочисленны. В классических монографиях о физической географии и геоморфологии Кавказа рельеф городов отдельно не рассматривался [Гвоздецкий, 1963; Сафронов, 1969]. В то же время во многих историко-географических очерках, а также трудах по этнографии и культурологии, морфологическое описание рельефа поселений Абхазии представлено, начиная с середины XIX в. [Барков, 1904; Селезнев, 1850; Чернявский, 1877]. Так, первые краткие морфографические описания рельефа Сухума (современная столица Республики Абхазии) и его окрестностей можно найти в трудах Ф. Дюбуа де Монпере, датирующихся 1830-ми гг. [Де Монпере, 1937]. Некоторую информацию о рельефе Нового Афона можно получить, изучая записки и дневники паломников Новоафонского монастыря. Большинство из них в ярких красках описывают монастырский парк, склоны и вершинные поверхности Иверской и Новоафонской гор [Барков, 1904; Сизиков, 1884]. В начале XX в. приморские города Абхазии становятся курортами всероссийского, а после и всесоюзного значения. Примечательные особенности истории и природы этих мест освещаются в ряде публикаций историко-культурного и социокультурного плана и содержат, среди прочего, уже более детальные описания общих черт строения рельефа селитебных районов. В работе этнографа А.Н. Дьячкова-Тарасова [1903] дана первая характеристика морфологии рельефа Гагры, в частности массива Арабики, хребтов Кацырха и Мамдзышха, долин рек Жвава-Квара, Гагрипш и Цихерва. В очерках основателя курорта Гагры принца А. Ольденбургского и терапевта Ф.И. Пастернацкого подчеркивается перспективность использования нешироких субгоризонтальных поверхностей морских террас для строительства дач и домов отдыха [Пастернацкий, 1899], а также отмечено, что стоимость земли там, по сравнению со склонами, была выше [Гагры..., 1905]. Именно в начале века были начаты масштабные работы по изменению рельефа (в частности, засыпка болот на площадках морских террас) с целью увеличения пространства, пригодного для строительства жилищной и курортной инфраструктуры

городов-курортов [Пастернацкий, 1899]. В целом, в работах середины XIX – начала XX в. рельеф обжитых районов Абхазии описан, скорее, на качественном уровне, язык очерков, скорее, художественный, а не строго научный. Исключение составляют работы исследователей, впервые детально описавших стратиграфию отложений в пределах Сухума [Прендель, 1879; Танфильев, 1904], позднее взятые за основу в том числе геоморфологами и палеогеографами первой половины и середины XX в. [Козлов, 1929; Федоров, 1963], а также немногочисленные работы, посвященные динамике береговых процессов в связи со строительством первых грузовых и пассажирских портов [Руммель, 1900].

В середине XX в. выходит в свет немало число научных работ, посвященных геологии и геоморфологии Западного Кавказа и Закавказья. Исследования носили не только фундаментальный, но и прикладной характер, имели разный масштаб в зависимости от тематики. Так, в мелком масштабе геологическое строение и рельеф Абхазии описаны в работах С.С. Воскресенского [1968], А.И. Спиридонова [1978], Н.В. Короновского [2011], Н.А. Гвоздецкого [1963], В.Н. Дублянского [Дублянский и др., 1985], Н.С. Куфтыревой [1981] и др. В среднем и крупном масштабе горная и равнинная части Абхазии изучены существенно хуже, за исключением побережья и, в частности, морских берегов. Среди ключевых работ по геоморфологии и палеогеографии побережья – работы М.С. Шевцова [1929], П.В. Федорова [1963], А.Е. Фединой [1981], И.П. Балабанова [2009], в которых особое внимание уделяется прибрежно-морскому рельефу, строению разновозрастных морских террас и их стратиграфии.

В середине и второй половине XX в. именно абхазское побережье Черного моря становится своего рода ключевым полигоном для береговых исследований. Мозаичность рельефа побережья, его сложное геологическое строение, сравнительно небольшая ширина шельфовой зоны и влажный субтропический климат предопределили специфику развития береговой зоны Абхазии. Здесь на небольшом протяжении (около 240 км) выделяются несколько морфогенетических типов берегов, более половины от суммарной протяженности береговой зоны занимают берега абразионные. Результаты крупномасштабных работ отечественных морских геоморфологов нашли отражение в классических монографиях и научных статьях [Зенкович, 1958; Сафьянов, 1978]. Эти сведения были взяты за основу при разработке в 1960–1970-х гг. серии Всесоюзных проектов инженерной защиты берегов Черного моря и, в частности, Грузии от размыва. В советское время города Абхазии становятся популярнейшими черноморскими курортами, их пло-

щадь заметно возрастает, существенно увеличивается и антропогенная нагрузка на прибрежную территорию. Однако, несмотря на это, по-прежнему слабо изученными остаются как рельеф городов, так и геоморфологические опасности, стимулированные освоением. Вероятной причиной этого являлась в целом благополучная социально-экономическая обстановка, позволявшая реализовывать достаточно дорогостоящие проекты строительства без учета рельефа, а также своевременно производить реконструкцию и ремонт зданий, сооружений и транспортных магистралей без ощутимого ущерба для городского бюджета. Ситуация кардинально изменилась в конце XX в. (после грузино-абхазского военного конфликта 1992–1993 гг.). На поддержание городской инфраструктуры стало выделяться существенно меньше средств, негативные и опасные геоморфологические процессы на городских территориях, не будучи купированы на стадии зарождения, стали более ощутимы для городского хозяйства, ущерб от их развития значительно возрос [Дбар и др., 2020]. Возрождение туристической отрасли в Абхазии в начале XXI в. сопровождается реконструкцией жилищной и курортной инфраструктуры, берегозащитных и прочих специальных сооружений, а также, нередко, расширением ареалов городской застройки. Для успешной реализации этих проектов сведения о строении рельефа городских территорий и характерных геоморфологических опасностях необходимы и востребованы, так как позволяют существенно снизить затраты на строительство и реконструкцию, а также предотвратить потенциальный ущерб инфраструктуре городов. Первой и пока единственной монографией, посвященной современному состоянию городских территорий (в частности, г. Гагры), является работа И.П. Балабанова и С.П. Никифорова [2016]. Однако раздел, посвященный описанию рельефа, в монографии отсутствует, как и геоморфологическая карта; описание геоморфологических процессов дается в общих чертах, без конкретики, касающейся локализации и пространственных закономерностей их развития на территории г. Гагры. Таким образом, несмотря на почти двухсотлетнюю историю исследования и описания рельефа побережья Абхазии, территории курортных городов по-прежнему остаются слабо изученными. Таким образом, в отличие от российской части Кавказа, где современная географическая наука постепенно перешла от детального описания процессов рельефообразования и анализа закономерностей к оценкам риска и прогнозу (например, [Бабурин, Бадина, 2015, 2021]), в пределах Абхазии работа по комплексному описанию рельефа территории и геоморфологических процессов еще впереди.

Целью исследования является характеристика геоморфологического строения городских территорий Абхазии и выявление пространственных закономерностей развития неблагоприятных и опасных геоморфологических процессов в крупнейших городах, в частности в Гагре, Пицунде, Гудауте, Новом Афоне и Сухуме.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методологической основой исследований являлись базовые геоморфологические концепции, в частности: морфоклиматическая А. Пенка – И.С. Щукина [Щукин, 1964], регионального геоморфологического анализа Ю.Г. Симонова [1972], концепция К.К. Маркова о геоморфологических уровнях рельефообразования [1964], О.К. Леонтьева и др. [1975] о формировании профиля равновесия береговой зоны и развитии прибрежно-морских территорий, концепция антропогенной геоморфологии городских территорий, разработанная Э.А. Лихачевой [Лихачева и др., 1996; Лихачева, Тимофеев, 2002] и рекреационной геоморфологии А.В. Бредихина [2008]. Сведения об общих чертах геологического и геоморфологического строения изучаемой территории были получены на этапе анализа опубликованных материалов, а также в ходе полевых работ.

В задачи исследования входили: сбор, систематизация и анализ всех опубликованных сведений о рельефе городов, полевые геоморфологические исследования и обработка их результатов с использованием ГИС для создания крупномасштабных геоморфологических карт и схем городских территорий.

Экспедиционные исследования выполнены в 2021–2022 гг. (в том числе в рамках экспедиции научного студенческого общества кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова зимой 2022 г.) на территории всех перечисленных выше городов и в их окрестностях. Работы включали крупномасштабную (1:25 000) геоморфологическую съемку территории побережья, описание рельефа и характерных проявлений процессов рельефообразования (в том числе сбор сведений о них среди местного населения), инвентаризацию существующих защитных сооружений и их современного состояния. Геоморфологическая съемка выполнялась с использованием традиционной методики описания рельефа на точках наблюдения, густота сети которых на городских территориях изменялась от 2–3 до 8–10 точек/км². В каждой точке наблюдения выполнено описание морфологии формы или элемента рельефа, на которой располагалась точка, а также форм или элементов, с ней/ним граничащих. Крупномасштабная съемка позволила составить характеристику рельефа ранга мезо- и микроформ. Съемка

проявлений неблагоприятных и опасных геоморфологических процессов выполнена путем фиксации координат мест их проявления, фотодокументации созданного этими процессами рельефа (эрозионные борозды, суффозионные просадки, формы биогенного пучения дорожного полотна и др.) и его морфологического описания. Для некоторых категорий геоморфологических опасностей (в частности, заболачивания и абразии) дополнительно использовались результаты дешифрирования лидарной съемки, выполненной в 2014 г. (данные предоставлены Институтом экологии Академии наук Абхазии). Особое внимание уделялось изучению сохранности и геоморфологических опасностей на территории объектов природного и культурно-исторического наследия в городах Абхазии (Новоафонской пещеры и монастыря, ущелья р. Псырцха, грота св. Кананита, Анакопийской и Сухумской крепостей, замка Баграта и др.).

Обработка полученных полевых материалов позволила подготовить крупномасштабные геоморфологические карты городских территорий (масштаб от 1:25 000 до 1:100 000). Легенда разработанных общих геоморфологических карт построена по хрономорфогенетическому принципу. Подготовлен каталог проявлений опасных геоморфологических процессов на городских территориях, в котором зафиксированы опасности разных генетических типов, участки их проявления (географические координаты), морфометрические параметры образованных форм рельефа. При оценке процентного вклада разных геоморфологических опасностей в спектр, характерный для того или иного города, учитывалось абсолютное число зафиксированных проявлений процесса. Детальное полевое обследование позволило подготовить схемы современных проявлений геоморфологических опасностей в городах в масштабе от 1:25 000 до 1:100 000, которые могут быть использованы разными категориями землепользователей и городскими службами для общей оценки рисков и определения направления первоочередных работ по ремонту и реконструкции дорожного полотна.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рельеф городских территорий. Изученные города (Гагра, Пицунда, Гудаута, Новый Афон, Сухум) располагаются преимущественно в пределах побережья – области, основные черты рельефа которой созданы береговыми процессами при разном (в том числе современном) уровне моря [Сафьянов, 1996]. Однако, наряду с рельефом морского происхождения, в городах есть также и формы иного генезиса – структурно-денудационные, флювиаль-

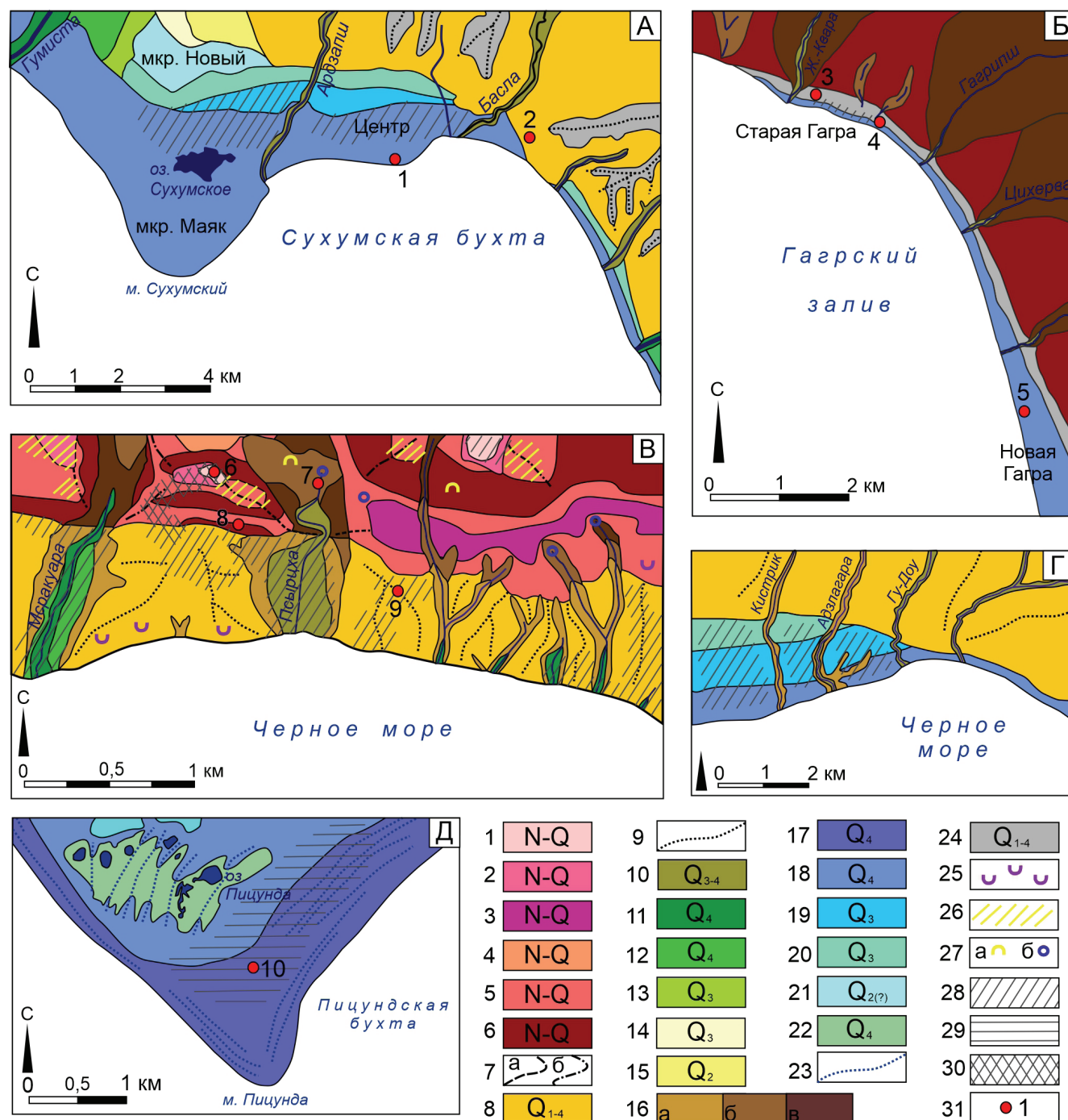
ные, карстовые, склоновые, современные береговые и, конечно, антропогенные, также занимающие немалую площадь. Абсолютные отметки в пределах городов изменяются в среднем от 4–5 до 40–50 м в Пицунде, Гудауте и Сухуме, в то время как в Гагре и Новом Афоне они нередко достигают 150–200 м. Геоморфологическое строение побережья Восточного Причерноморья в пределах Абхазии, в частности – количество, абсолютные отметки и возраст морских террас, освещено в немногочисленных обобщающих работах и лишь на отдельных участках берега [Козлов, 1929; Федоров, 1963; Балабанов, 2009; Балабанов, Никифоров, 2016]. При этом до настоящего времени нет однозначной хронологической трактовки поверхностей, образованных в допозднеплейстоценовое время. При выполнении геоморфологической съемки авторами выполнено подробное описание рельефа террасовых уровней, зафиксированы их максимальные и минимальные высоты. Хронологическая привязка террас дана с учетом опубликованных работ [Козлов, 1932; Федоров, 1963; Балабанов, 2009; Балабанов, Никифоров, 2016].

Ширина зоны побережья сильно изменяется вдоль контура береговой линии, расширяясь до 8–10 км близ устьев крупных рек (Бзыбь, Аапста, Хипста, Гумиста и др.) и сужаясь до современной зоны пляжа (40–50 м) в местах, где к морю подходят отроги Главного Кавказского хребта. Именно вблизи устьев крупных рек, выносящих в море большое количество обломочного материала (к примеру, сток взвешенных наносов р. Бзыби составляет в среднем 670 тыс. т/год, влекомых – 239 тыс. т/год [Балабанов, Никифоров, 2016]), имеется достаточное количество наносов для формирования аккумулятивных прибрежно-морских форм (которые затем становятся морскими террасами вследствие тектонических или эвстатических изменений). Рельеф крупных городов (Сухума, Гагры, Гудауты) характеризуется ступенчатостью, связанной с их положением в пределах лестницы морских террас, образованных в плейстоцене и голоцене. Геологическое строение четвертичных террас характеризуется сложностью, связанной с латеральной миграцией рукавов палеодельты и береговой линии во время их формирования. В составе морских отложений преобладают пески и галечники, местами (особенно, на голоценовой террасе) встречаются прослои и линзы лагунных торфов и оторфованных суглинков. Пески и галечники ранее-среднеплейстоценовых террас местами сильно сцементированы, нередко переходят в массивные конгломераты.

Наибольшие площади в пределах городских территорий занимает новочерноморская морская терраса, имеющая голоценовый возраст и абсолютные отметки от 3–4 до 6–7 м (рис. 1). Ее плоская по-

верхность, местами осложненная береговыми валами, до начала широкомасштабных отсыпок под застройку (середина XX в.) была сильно заболочена. В настоящее время эти болота сохранились лишь в центральной части Пицундского и Сухумского полуостровов, где абсолютные отметки снижаются до 1–2 м и встречаются понижения, расположенные ниже уровня моря, занятые озерами (оз. Инкит, оз. Сухумское). Абсолютные отметки поверхности новочерноморской террасы (как и более древних террас) изменяются вдоль контура побережья в связи с продолжающимися неотектоническими деформациями в зоне, граничащей с активно воздымающимся орогеном Большого Кавказа. Хозяйственное

освоение голоценовой террасы сопровождалось значительной трансформацией естественного прибрежно-морского рельефа (сочетание береговых валов и разделяющих их понижений), выразившейся в срезании положительных форм и отсыпке галечно-песчаных смесей на пониженных участках. Именно на новочерноморской морской террасе полностью расположен город Пицунда, центральная и южная части Гагры, центральная и восточная части Сухума (см. рис. 1). Единственным из перечисленных городом, где новочерноморская терраса в современном рельефе не выражена из-за активного развития абразии, флювиальных и склоновых процессов, является Новый Афон.



Позднеплейстоценовые морские террасы представлены сурожской (от 5–8 до 12 м над уровнем моря) и собственно карангатской (17–24 м), местами сливающимися в пологонаклонную (3–6°) к морю поверхность на отметках от 5 до 20–22 м. В тыловой и центральной частях эти поверхности перекрыты достаточно мощным (до 5–6 м) чехлом склоновых отложений супесчаного состава, в районах с плотной городской застройкой тыловые швы позднеплейстоценовых террас плохо выражены в рельефе. Наибольшие площади террасы, образованные на стадии карангатской трансгрессии, занимают в Сухуме и Гудауте (см. рис. 1). В пределах Пицунды и Нового Афона эти уровни отсутствуют. Антропогенная трансформация рельефа, сопутствующая освоению, выражается здесь, прежде всего, в выравнивании и искусственном террасировании площадок террас и их пологих уступов.

В пределах обследованных городов морские террасы, образованные в раннем (чаудинская или яштухская по [Федоров, 1963], абс. отм. 95–110 м) и среднем плейстоцене (ашейская, абс. отм. 30–40 м, по [Козлов, 1932] или эвксино-узунларская, абс. отм. 35–50 м, по [Федоров, 1963]), сохранились

лишь в Сухуме. Сложенные галечниками с прослоями песчаников они перекрыты мощной толщей элювиально-делювиальных супесей и суглинков, бровки и тыловые швы практически не выражены в рельефе. Древние морские террасы в значительной степени переработаны процессами денудации, характеризуются высокой густотой эрозионного расчленения. В сущности, их некогда единые поверхности в современном рельефе выделить крайне затруднительно, так как они преобразованы денудацией в увалы и гряды, крутизна склонов которых нередко превышает 30–35°.

На территории Гагры и Нового Афона, зажатых в узкой полосе прибрежных низменностей между морем и отрогами Главного Кавказского хребта, значительные площади занимает рельеф, созданный комплексной денудацией, в строении которого в разной степени проявляются геологические структуры и тектонические нарушения. В частности, северная и северо-восточная части Гагры расположены на крутосклонных (от 30–35 до 50–55°) отрогах Гагрского хребта, сложенных известняками юрской и меловой систем. Большая часть территории Нового Афона – это поверхности, созданные денудацией в смятых

Рис. 1. Строение рельефа в пределах Сухума (А), Гагры (Б), Нового Афона (В), Гудауты (Г) и Пицунды (Д).

Структурно-денудационный рельеф неоген-четвертичного возраста: вершинные поверхности (1 – плоские; 2 – пологонаклонные); 3 – структурные псевдотеррасы, структурные склоны (4 – до 15°; 5 – 15–35°; 6 – более 35°); 7 – вершинные гребни (а – острые; б – округлые). *Аккумулятивный флювиально-склоновый (и пролювиально-склоновый) рельеф, переработанный эрозионно-денудационными процессами четвертичного возраста:* 8 – поверхности флювиально-склоновых и пролювиально-склоновых шлейфов; 9 – останцовые гребни аккумулятивных шлейфов. *Флювиальный, флювиально-береговой и эрозионно-денудационный рельеф долин крупных и малых рек:* 10 – днища малых долин с нерасчлененным комплексом пойм и террас (Q₃₋₄); 11 – пойма (Q₄); 12 – I надпойменная терраса (Q₄); 13 – II надпойменная терраса (Q₃); 14 – III надпойменная терраса (Q₃); 15 – IV надпойменная терраса (Q₂); 16 – эрозионные склоны (а – до 15°; б – 15–35°; в – более 35°). *Прибрежно-морской рельеф: морские террасы:* 17 – нимфейская (Q₄); 18 – новочерноморская (Q₄); 19 – сурожская (Q₃); 20 – собственно карангатская (Q₃); 21 – ашейская/узунларская (Q₂); 22 – лагуны (Q₄); 23 – береговые валы (Q₄). *Склоновый рельеф:* 24 – коллювиальные шлейфы (Q₃₋₄); 25 – оползневые тела (Q). *Карстовый рельеф:* 26 – кары; 27а – пещеры; 27б – воклюзы. *Области антропогенной трансформации рельефа:* 28 – путем общего выравнивания исходной поверхности; 29 – путем площадных отсыпок привозного грунта; 30 – путем террасирования (на крутых склонах); 31 – культурно-исторические и природные памятники (1 – Сухумская крепость (II в. н. э.); 2 – замок Баграта (X–XI вв.); 3 – крепость Абаата (V–VI вв.); 4 – Гагрская Колоннада (нач. XX в.); 5 – Новая Колоннада (XXI в.); 6 – Анакопийская крепость (VII–XI вв.); 7 – ущелье р. Псырцха (в т. ч. грот Симона Кананита I–II вв.); 8 – Новоафонская пещера (откр. в 1961 г.); 9 – Новоафонский монастырь (XIX в.); 10 – Великий Питиунт (IV в. до н. э.))

Fig. 1. Geomorphologic structure of the towns of Sukhum (A), Gagra (B), Noviy Afon (B), Gudauta (Г) and Pitsunda (Д).

Structural-denudation relief (N–Q): summit surfaces (1 – flat; 2 – gently sloping); 3 – structural pseudo-terraces; structural slopes (4 – up to 15°; 5 – 15–35°; 6 – more than 35°); 7 – summit ridges (a – sharp; b – rounded). *Accumulative fluvial-slope (and proluvial-slope) relief, reworked by erosion and denudation processes (Q₁₋₄):* 8 – surfaces of fluvial-slope and proluvial-slope plumes; 9 – remnant ridges of accumulative plumes. *Fluvial, fluvial-coastal and erosion-denudation relief of the valleys of large and small rivers:* 10 – bottoms of small valleys with an undivided complex of floodplains and terraces (Q₃₋₄); 11 – floodplain (Q₄); 12 – first river terrace (Q₄); 13 – second river terrace (Q₃); 14 – third river terrace (Q₃); 15 – fourth river terrace (Q₂); 16 – erosional slopes (a – up to 15°; b – 15–35°; в – more than 35°). *Coastal-marine relief:* marine terraces: 17 – Nymphaean (Q₄); 18 – Novochernomorskaya (Q₄); 19 – Surozh (Q₃); 20 – Karangat (Q₃); 21 – Ashei/Uzunlar (Q₂); 22 – lagoons (Q₄); 23 – coastal bars (Q₄). *Slope relief:* 24 – colluvial plumes (Q₃₋₄); 25 – landslide bodies (Q). *Karst relief:* 26 – karres; 27a – caves; 27b – vauclose. *Areas of the anthropogenic transformation of relief:* 28 – by general leveling of the original surface; 29 – by areal dumping of sediments; 30 – by terracing (on steep slopes); 31 – cultural, historical and natural monuments (1 – Sukhumi fortress (II century AD); 2 – Bagrat castle (X–XI centuries); 3 – Aabaat fortress (V–VI centuries); 4 – Gagra Colonnade (early XX century); 5 – New Colonnade (XXI century); 6 – Anakopia fortress (VII–XI centuries); 7 – Psyrtskha River gorge (including the grotto of Simon Kananit I–II centuries); 8 – Novoafonskaya cave (discovered in 1961); 9 – Novoafonskiy monastery (XIX century); 10 – Great Pitunt (IV century BC))

в складки осадочных породах мела и палеогена, характерен структурно-денудационный рельеф с преобладанием склонов крутизной от 15–20 до 35–40° (см. рис. 1). Антропогенное освоение таких сильно расчлененных участков на всех этапах (начиная с VII в.) сопровождалось искусственным террасированием склонов, выравниванием пологонаклонных вершинных поверхностей и структурных ступеней.

Отдельные небольшие по площади районы городской застройки (в частности, северо-западная часть Гагры, северная часть Сухума) располагаются в полосе предгорий с абсолютными отметками от 150 до 200 м и сильно расчлененным эрозионно-денудационным рельефом, выработанным в четвертичное время в миоцен-плиоценовых предгорных шлейфах. Сложены они конгломератами и, реже, галечниками с супесчаным и глинистым цементом, т. е. представляют собой молассы, возникшие на ранних стадиях альпийского орогенеза. Этот тип рельефа характеризуется наибольшей густотой и глубиной расчленения, последняя достигает 100–150 м. Эрозионно-денудационный рельеф предгорий крайне неудобен для освоения, поэтому городская инфраструктура здесь практически отсутствует, постройки немногочисленны, т. е. в целом степень антропогенной трансформации естественного рельефа незначительна.

В условиях влажного субтропического климата на территории Абхазии протекает много круглогодично полноводных рек, часть из которых впадает в Черное море непосредственно в пределах городских территорий. В связи с этим немалые площади в городах занимает флювиальный рельеф. В Сухуме это долины рек Гумисты, Келасура, Ардзапша, Баслы, Джигуты, в Гагре – рек Жвавы-Квары, Гагрпша, Цихервы и Ольгинки, в Гудауте – рек Кистрика, Гу-Доу и Адзлагары, в Новом Афоне – Псырцхи и Мсракуары, а также (во всех городах) – малые эрозионные формы (МЭФ), представленные оврагами и балками. В строении речных долин выделяются эрозионные склоны (крутизной от 20–25 до 70–85°), серия аккумулятивных и цокольных речных террас и пойма. Для крупных рек (Гумиста, Келасур) характерно наличие четырехпяти уровней террас, сложенных галечниками и песками, для прочих рек – однодвух. Так, в широкой (до 2,5 км) долине реки Гумисты выделяются четыре надпойменные террасы (НПТ), на поверхностях которых расположена западная и северо-западная части Сухума. Первая НПТ и пойма сформированы в голоцене, относительная высота их составляет 2,5–3 м и до 2 м соответственно. Ширина поймы не превышает 100 м, первой НПТ достигает 500–600 м. Вторая и третья НПТ были образованы в позднем плейстоцене [Балабанов, 2009], их относительная высота составляет 4–6 и 12–16 м соответственно.

Четвертая НПТ в долине Гумисты была сформирована в среднем плейстоцене, ее относительная высота составляет 25–30 м, а ширина достигает 1 км. Долины других рек существенно уступают долине Гумисты по размеру, для них характерно наличие неширокой поймы и одной-двух надпойменных террас (отн. высота около 3–4 и 8–10 м соответственно). Поверхности речных террас в крупных долинах в целом не сильно трансформированы в ходе застройки, однако выраженность уступов и тыловых швов невысокая, что связано с прокладкой городских коммуникаций и дорог, выравниванием площадок под здания и сооружения. Овражно-балочная сеть характеризуется низкой густотой в пределах прибрежных низменностей, лишь в предгорьях Нового Афона и северной части Сухума эти формы существенно осложняют освоение ввиду большой глубины (до 50–60 м), наличия крутых склонов (до 35–40°) и узких днищ (см. рис. 1).

Формы рельефа иного генезиса (карстовые, суффозионные, склоновые, антропогенные) осложняют рельеф основных генетических типов, описанный выше (табл. 1), и имеют ранг мезо- и микроформ. В частности, карстовый рельеф (и субрельеф) развит на территории Гагры и Нового Афона и представлен каррами, воронками, пещерами (в том числе, крупными – Св. Евпатия и Новоафонской) и натечными формами (внутри карстовых полостей и локально – в долинах рек). В тех же двух городах наиболее полно представлено разнообразие форм склонового происхождения – блоки отседания, оползневые псевдотеррасы и цирки, коллювиальные и делювиальные шлейфы (см. рис. 1). При этом в Гагре склоновый рельеф распространен лишь в северной горной части города, где застройка сильно разрежена, как и сеть улиц, а в Новом Афоне – практически повсеместно на склонах разной крутизны. Некоторые районы Нового Афона полностью построены на субгоризонтальных площадках крупных блоков отседания до нескольких сотен метров в ширину и длину. Судя по морфологии, крупнейшие блоки отседания и скальные оползни были сформированы в неоген-четвертичное время и современные подвижки их маловероятны. На эрозионных склонах речных долин и МЭФ во всех изученных городах, за исключением Пицунды, нередко встречаются оползневые цирки и тела неглубокого заложения – до 5–7 м, а также оплывины мощностью 1–3 м, затрагивающие только склоновый чехол. Как правило, небольшие оползни и оплывины приурочены к подмываемым эрозионным склонам, крутизна которых составляет от 25 до 45°. Области распространения таких небольших оползней в городах, как правило, относятся к категории неудобий, застройка здесь отсутствует. В центральной части Сухума, Гагры и Гудауты рельеф речных долин

сильно изменен, в частности, склоны искусственно выположены, террасированы, поэтому оползневые формы не выражены. Суффозионные формы, распространенные в городах, относятся к рангу микро-рельефа и представлены неглубокими (до 1–1,5 м) блюдцеобразными понижениями и воронками до 3–4 м в поперечнике. Приурочены они к прибрежным частям покатых междуречных поверхностей (в частности, морских террас) и нередко образованы в результате неудачного расположения коллекторов поверхностного стока или аварий на водонесущих подземных коммуникациях. Суффозионный рельеф наиболее широко распространен в Гудауте и Сухуме, что связано, прежде всего, с изношенностью сетей коммунальной инфраструктуры.

Все изученные города расположены в прибрежной зоне, поэтому в их границах развит и современный береговой рельеф, представленный денудационными и аккумулятивными формами и элементами, созданными действием волнения при нынешнем уровне моря. Абразионный рельеф представлен волноприбойными нишами, бенчами, а также уступами размыва и клифами высотой до 4–5 м, аккумулятивный – галечными и галечно-песчаными пляжами шириной до 50–55 м, приустьевыми косами, наволоками.

Таким образом, естественный рельеф городской территории, в разной степени трансформированный в ходе освоения, представлен серией генетических типов. Исходя из морфоструктурной позиции, истории развития рельефа и современных климатических условий рельефообразования, по строению рельефа города могут быть разделены на три группы. К первой группе относятся города, полностью лежащие в области распространения прибрежно-морского рельефа (Пицунда и Гудаута). Они расположены на плоских субгоризонтальных поверхностях и, как следствие, характеризуются однообразием не только рельефа, но и окружающих ландшафтов. Ко второй группе относятся Сухум и Гагра, в которых морские террасы также занимают ключевое положение, однако в пределы городских территорий попадают участки со структурно-денудационным (в Гагре) и эрозионно-денудационным (в Сухуме) рельефом. К третьей группе относится Новый Афон, где прибрежно-морской рельеф практически не представлен, а доминирующими комплексами являются структурно-денудационный, флювиальный и склоновый, есть крупные карстовые формы.

Антропогенный рельеф на городских территориях представлен как аккумулятивными формами (насыпными псевдотеррасами, дорожными насыпями, плотинами), так и денудационными (выемками, в том числе дорожными, дренажными и мелиоративными канавами). Площади, занимаемые

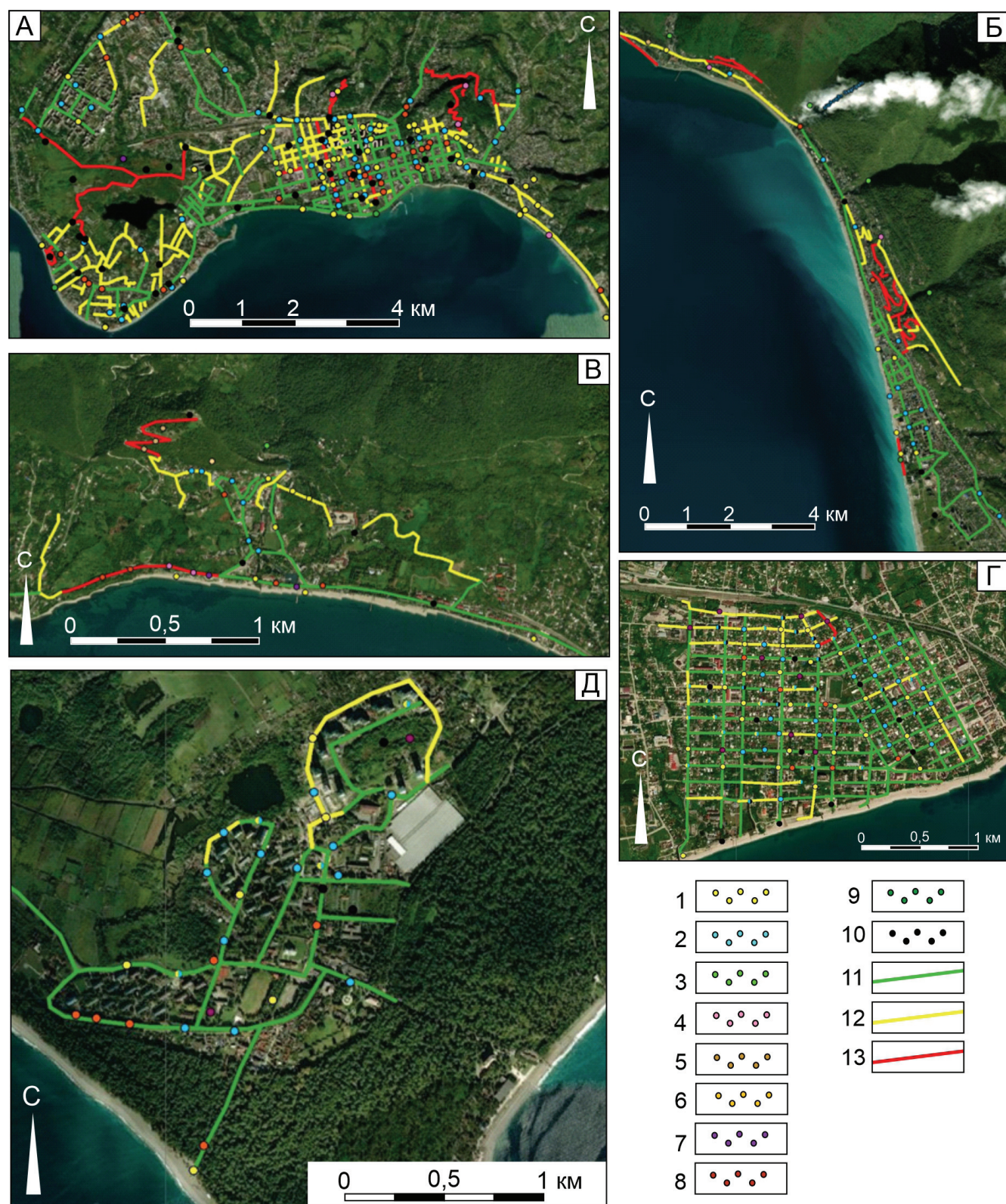
антропогенным рельефом, определяются размером города (прежде всего, численностью населения) и характерными перепадами относительных высот. Наиболее трансформирован в ходе освоения рельеф столицы Абхазии, население которой насчитывает около 65 тыс чел. (по данным на 2020 г.). Здесь представлен самый широкий спектр разновидностей антропогенного рельефа, за столетия существования города каркасные линии в значительной степени сnivelированы. В целом можно отметить, что наиболее благоприятными для строительства зданий и сооружений являются поверхности позднелайстоценовых морских террас, а также высокие НПТ в долинах крупных рек. Сложенные сцементированными песками и галечниками, нередко – конгломератами, эти поверхности хорошо дренированы и занимают значительные площади в северной части Сухума и Гудауты. Освоение новочерноморской террасы было затруднено по причине плохой дренированности и близкого к поверхности положения уровня подземных вод. В то же время именно на этом уровне, на отсыпках и древних береговых валах расположены исторические центры Гагры, Пицунды и Сухума. Глубоко изрезанные овражно-балочной сетью высокие морские террасы и эрозионно-денудационные возвышенности для городского строительства крайне неудобны, поэтому в их пределах расположены окраины городов с преобладанием частной застройки.

Геоморфологические опасности на городских территориях. Описанные выше особенности строения рельефа городов Абхазии, а также степень изношенности (ветхости) городской инфраструктуры (прежде всего, транспортно-коммуникационной) предопределили различия в спектрах присущих геоморфологических процессов, в том числе опасных и неблагоприятных. По материалам экспедиционных исследований составлены крупномасштабные схемы проявлений геоморфологических опасностей на городских территориях (рис. 2), отражающие не только их локализацию, но также результаты качественной оценки величины ущерба, нанесенного городской инфраструктуре. В частности, участки проявления геоморфологических опасностей разных генетических типов показаны немасштабными значками, а линейными знаками изображены участки улиц, в разной степени подверженные действию опасных процессов.

Спектр геоморфологических опасностей в городах Абхазии достаточно широк. В него входят не только эрозионные и суффозионные процессы, являющиеся бичом многих городских территорий, но также обвальное-осыпные, оползневые, береговые и биогенные процессы, карст, заболачивание и даже сели (как особая разновидность флювиальных про-

цессов). В то же время такой распространенный в городах гидрогеологический по своей сути процесс, как подтопление, здесь, напротив, развит ограниченно. Среди более 300 зафиксированных проявлений опасных и неблагоприятных процессов 44% приходится на территорию Сухума, 26 – Гудауты, 11 – Гагры, 10 – Пицунды, 9% – Нового Афона. Со-

став спектра зафиксированных опасностей определяется тремя ведущими факторами – естественным рельефом поверхности, степенью его антропогенной трансформации (зависит от крупности населенного пункта, прежде всего от численности населения) и состоянием городских коммуникаций, в том числе дорожного полотна.



Наиболее распространены в пределах всех обследованных городов проявления опасных эрозионных процессов (бороздовая эрозия вдоль дорог, боковая и глубинная эрозия в долинах и МЭФ) и суффозия вдоль трасс подземных коммуникаций и городских улиц (рис. 3). Так, на долю эрозионных процессов среди всех зафиксированных проявлений приходится: в Сухуме – 24%, Гагре – 20, Новом Афоне – 23, Гудауте – 41, Пицунде – 29%; а суффозионных – 31, 41, 20, 32 и 37% соответственно.

Для городов с расчлененным рельефом структурно-денудационного или эрозионно-денудационного генезиса (Гагра, Новый Афон) характерен максимально широкий спектр опасностей, часть из которых спровоцирована антропогенным вмешательством. В частности, проявления обвально-осыпных (3% проявлений в Гагре и 10% – в Новом Афоне) и оползневых (6 и 3% соответственно) процессов отмечены, преимущественно, на склонах дорожных и прочих полувывернутых, выработанных в крутых склонах. Селевые процессы развиты в пределах указанных городов в некоторых речных долинах (Жвавы-Квары и Псырцхи), чему способствует не только расчлененный горный рельеф прилегающей местности, но также большое количество атмосферных осадков и обилие рыхлых (преимущественно, склоновых) отложений в селевых очагах на высотах 1000 м и более.

Для городов, полностью расположенных на поверхностях морских террас (Пицунда, Гудаута), характерен существенно более узкий спектр геоморфологических опасностей, ведущая роль в котором принадлежит эрозионным и суффозионным процессам, а также заболачиванию. При этом, сравнивая спектры указанных двух городов, можно отметить существенно большее число проявлений заболачивания в Пицунде (10%), в сравнении с Гудаутой (5%) (см. рис. 3). Причина этих различий заключается в неодинаковой абсолютной высоте (и возрасте) террасовых уровней и, как следствие, разных гидрогеологических условиях. Спектр геоморфо-

логических опасностей, характерных для столицы Республики, также достаточно широк, что связано с высокой плотностью застройки, протяженной дорожной сетью, плохой сохранностью сети городских коммуникаций и, в дополнение ко всему, достаточно расчлененным рельефом (в особенности, в северной и восточной частях города).

По составу спектра процессов Сухум гораздо ближе к городам, расположенным полностью в пределах участков распространения прибрежно-морского рельефа, что связано, в первую очередь, с его геоморфологической позицией (в пределах лестницы морских террас), а также с выравненностью рельефа за тысячелетнюю историю освоения.

Определенную опасность для городских территорий представляют биогенные процессы, в частности пучение асфальтового и бетонного покрытия в результате роста корней, а также формирование искорей. В то время как на полотне автодорог такие деформации нечасты (срезаются в ходе ремонта покрытия), на тротуарах они создают специфический микрорельеф, который является распространенной причиной травм. На долю биогенных приходится от 8 (в Пицунде) до 18% (в Сухуме) проявлений геоморфологических опасностей, что определяется, скорее, не геоморфологическими факторами, а лишь количеством крупных деревьев вдоль транспортных магистралей и их суммарной протяженностью. К категории опасных антропогенных процессов отнесено замусоривание территории, в том числе формирование полигонов твердых бытовых и прочих отходов, стихийные свалки, которые нередко становятся ареной развития дефляции и являются источниками загрязнения почв и подземных вод. Наиболее распространены эти процессы в Сухуме (18% от всех проявлений) и Гудауте (17%). Причем в первом случае это связано, преимущественно, с густонаселенностью города и наличием полигона складирования ТБО, а во втором – исключительно с недостаточным вниманием к подобным явлениям со стороны городских служб.

Рис. 2. Проявления геоморфологических опасностей на территории Сухума (А), Гагры (Б), Нового Афона (В), Гудауты (Г) и Пицунды (Д) и результаты качественной оценки риска разрушения покрытия улиц. Неблагоприятные и опасные геоморфологические процессы: 1 – эрозионные; 2 – суффозионные; 3 – селевые; 4 – оползневые; 5 – обвально-осыпные; 6 – карстовые; 7 – заболачивание; 8 – биогенные; 9 – абразионные; 10 – антропогенные. Риск разрушения покрытия улиц: 11 – низкий (редкие проявления неблагоприятных и опасных процессов); 12 – средний; 13 – высокий (многочисленные проявления неблагоприятных и опасных процессов)

Fig. 2. Geomorphologic hazards within the territory of Sukhum (A), Gagra (B), Noviy Afon (B), Gudauta (Г) and Pitsunda (Д) and the results of a qualitative assessment of the risk of street surface destruction.

Unfavorable and dangerous geomorphologic processes: 1 – erosion; 2 – suffusion; 3 – mudflow; 4 – landslide; 5 – talus; 6 – karst; 7 – swamping; 8 – biogenic; 9 – coastal erosion; 10 – anthropogenic. The risk of street surface destruction: 11 – low (rare cases of unfavorable and dangerous processes); 12 – medium; 13 – high (numerous cases of unfavorable and dangerous processes)

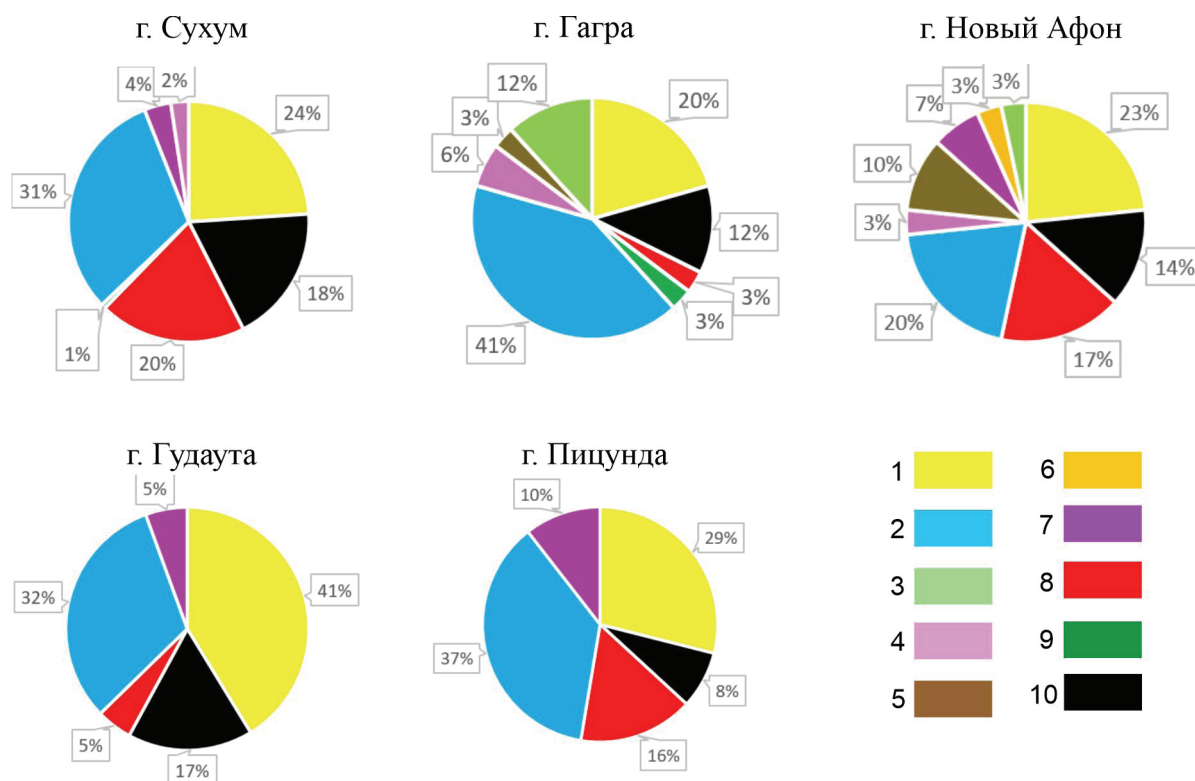


Рис. 3. Состав спектров характерных геоморфологических опасностей на городских территориях (в процентах от общего числа проявлений, зафиксированных на территории каждого из городов).

Неблагоприятные и опасные геоморфологические процессы: 1 – эрозионные; 2 – суффозионные; 3 – селевые; 4 – оползневые; 5 – обвально-осыпные; 6 – карстовые; 7 – заболачивание; 8 – биогенные; 9 – абразионные; 10 – антропогенные

Fig. 3. Spectra of typical geomorphologic hazards in urban areas (as a percentage of the total number of cases recorded within the territory of every town).

Unfavorable and dangerous geomorphologic processes: 1 – erosion; 2 – suffusion; 3 – mudflow; 4 – landslide; 5 – talus; 6 – karst; 7 – swamping; 8 – biogenic; 9 – coastal erosion; 10 – anthropogenic

Основной тенденцией современного развития берегов Абхазии является их размыв на большей части протяженности береговой линии, связанный с продолжающимся тектоническим воздыманием Кавказа и, как правило, невыработанностью профилей динамического равновесия береговой зоны [Балабанов, 2009; Балабанов, Никифоров, 2016; Ван и др., 2022]. За последние сто лет естественный рельеф береговой зоны был существенно преобразован человеком, в частности для защиты берегов от размыва построены берегозащитные сооружения. В результате ведущим морфогенетическим типом берегов в пределах городских территорий стали техногенные берега, доля же естественных составляет не более 30% от суммарной протяженности береговой линии в городах. В частности, в пределах территории Гагры, Гудауты и Нового Афона она снижается до 3–5%, в Сухуме составляет около 35%, в Пицунде – около 95%.

Сохранению естественного облика берегов окрестности Пицундского полуострова способствовал особый охранный статус территории (узкая – до

400 м – полоса прибрежной низменности, отделяющей основные городские районы от моря, имеет заповедный статус). На юго-восточном побережье полуострова развиты аккумулятивные берега с широкими галечными пляжами полного профиля, берег нарастает со скоростью около 0,5 м/год. На юго-западном – абразионные берега с уступами размыва высотой до 2 м, прислоненными галечно-песчаными пляжами, скорости абразии достигают 0,5–0,7 м/год (здесь и далее скорости отступления береговой линии рассчитаны с использованием аэрофото- и космических снимков за период с 1943 по 2021 г.). В пределах Сухума естественные берега сохранились лишь в восточной части города (абразионно-аккумулятивные, в целом стабильны) и на Сухумском полуострове. Берега на участке от Сухумского мыса до грузового порта – абразионно-аккумулятивные, стабильные, с широкими галечными пляжами, а к западу от мыса – в основном, абразионные, с уступами размыва высотой до 1,5 м и прислоненными галечно-песчаными пляжами, характерные скорости отступления – до 1 м/год. Естественные берега

Гагры, Гудауты и Нового Афона сохранились лишь на городских окраинах, они, преимущественно, абразионные или абразионно-аккумулятивные, с уступами размыва высотой 1–4 м, прислоненными неширокими галечными и галечно-песчаными пляжами. Скорости абразии изменяются от 0,2 до 1,0 м/год. Абразия наносит ощутимый ущерб городским территориям, однако он локализован, преимущественно, в зоне частной застройки. Так, на юго-западном берегу Сухумского и Пицундского полуостровов происходит ежегодное отступление берега, затронувшее территорию кладбищ, а также ряд частных домовладений. Для защиты берега от размыва местные жители сооружают волноотбойные стенки из габионов, выкладывают в тыловой зоне пляжа бетонные конструкции, глыбы и валуны. В центральной части всех курортных городов (за исключением Пицунды) распространены техногенные берега с волноотбойными стенками, бунами и неширокими галечными пляжами. Единственным участком, где пляж отсутствует полностью, является Сухумская набережная в районе пассажирского морского вокзала. Поддержание пляжей на участках техногенного берега нередко требует систематических отсыпок песчано-галечного материала в береговую зону. Однако в целом можно заключить, что берегозащитные сооружения выполняют свои функции, бровка берегового уступа на техногенных берегах бронирована стенками и практически не отступает, однако, безусловно, рекреационная привлекательность таких участков очень низкая из-за обилия бетонных конструкций.

Анализируя на качественном уровне присущие городам геоморфологические риски для дорожной сети, а также современное ее состояние (см. рис. 2), можно заключить, что наиболее безопасные для эксплуатации участки сосредоточены в центральных городских районах. Это объясняется двумя причинами: во-первых, исторические центры городов-курортов приурочены к субгоризонтальным поверхностям морских либо, реже, речных террас, где геоморфологические опасности в принципе менее развиты, а во-вторых, для обеспечения аттрактивности прогулочных районов необходимо поддержание дорожного полотна, тротуаров и обочин в надлежащем состоянии (возможно, это предопределяет заведомо более качественный и своевременный ремонт покрытия улиц). В то же время дорожная сеть городских окраин, как правило, находится в плачевном состоянии. В частности, вдоль асфальтированных и грунтовых дорог активно протекает бороздовая эрозия, на дорожном полотне и тротуарах широко распространены суффозионные просадки, воронки и трещины. Таким образом, состояние дорожной сети в определенном смысле предопределе-

но и геоморфологическим ее положением. К примеру, в северной части Сухума, Гудауты и Нового Афона автомобильные дороги проходят в полувыемках по крутым и очень крутым склонам, территория эта реже посещается туристами и гораздо менее населена. Сплошность дорожного полотна на таких участках часто нарушается из-за действия склоновых, эрозионных и суффозионных процессов, но ремонт его проводится, по-видимому, крайне редко, поэтому опасность эксплуатации таких автомобильных дорог весьма велика.

ВЫВОДЫ

Ключевым фактором рельефообразования на исследуемой территории является геологическое строение (морфоструктурные особенности). Рельеф городских территорий в общих чертах предопределяется близостью или удаленностью от береговой зоны хребтов и отрогов Большого Кавказа. Особенности морфогенеза на городских территориях во многом обусловлены историей развития береговой зоны и влажным субтропическим климатом, при этом во всех городах в различной степени присутствует и антропогенная трансформация рельефа.

Исходя из морфоструктурной позиции, истории развития рельефа и современных климатических условий рельефообразования, по строению рельефа города могут быть поделены на три группы: 1) полностью лежащие в области распространения прибрежно-морского рельефа (Пицунда и Гудаута); 2) расположенные преимущественно в пределах морских террас и эрозионно-денудационных возвышенностей (Сухум и Гагра); 3) полностью расположенные в низкогорье с преобладанием сильно расчлененного структурно-денудационного, флювиального и склонового рельефа (Новый Афон).

Ведущее место в спектре присущих геоморфологических опасностей на всех изученных городских территориях принадлежит суффозионным, эрозионным и биогенным процессам. Состав прочих процессов в спектре предопределен геоморфологической позицией городов. Наиболее широкий спектр, включающий, кроме названных выше процессов, также карст, сели, обвально-осыпные и оползневые процессы (т. е. наиболее опасные), характерен для городских территорий со сложным геоморфологическим строением, обилием крутых склонов и расположенных в пределах узкой полосы, отделяющей отроги Главного Кавказского хребта от моря (Гагра, Новый Афон).

Для городов-курортов (за исключением Пицунды) наиболее характерны техногенные берега, в строении которых сочетаются формы, образованные волнением (пляжи, бенчи) и берегозащитные сооружения (буны, волноломы, волноотбойные сте-

ны и др.). Естественной тенденцией современного развития берегов Абхазии является их размыв (тенденция к отступанию береговой линии характерна для 78% протяженности береговой зоны Республики). Техногенные берега городов-курортов в целом стабильны, так как бровка берегового уступа бронирована волноотбойной стенкой. Однако, в условиях повышения уровня моря и увеличения повторяемости сильных волнений, для сохранения пляжей в городах требуются регулярные отсыпки галечного материала в береговую зону, в противном случае ширина пляжа будет постепенно уменьшаться (что и происходит в южной части Гагры, в восточной части Сухума). Наибольшую угрозу для городской инфраструктуры представляет развитие абразии на юго-западных флангах Пицундского и Сухумского полуостровов, а также в южной части Гагры.

Полученные результаты качественной оценки

отражают высокую степень зависимости риска разрушения городских сооружений и коммуникаций геоморфологическими процессами от их положения в рельефе. Наиболее благоприятные условия для строительства и эксплуатации городской инфраструктуры и застройки в целом создаются в пределах выровненных поверхностей позднеплейстоценовых морских террас, а также верхних уровней надпойменных террас в долинах крупных рек. Прочие уровни рельефа обладают теми или иными недостатками, затрудняющими освоение. Так, строительство на поверхности новочерноморской (голоценовой) морской террасы возможно лишь при условии гидроизоляции фундаментов и отсыпок грунта на пониженных участках. Освоение высоких морских террас, эрозионно-денудационного и структурно-денудационного рельефа затруднено из-за большой густоты эрозионного расчленения.

Благодарности. Исследования выполнены в рамках темы госзадания кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова «Эволюция природной среды в кайнозой, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования». Авторы выражают благодарность за содействие в сборе материалов всем участникам зимней экспедиции научного студенческого общества кафедры в Абхазию в январе–феврале 2022 г., а также сотрудникам Института экологии Академии наук Абхазии, оказавшим поддержку при проведении полевых работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бабури В.Л., Бадина С.В. Оценка социально-экономического потенциала территории, подверженной неблагоприятным и опасным природным явлениям // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2015. № 5. С. 9–16.
- Бабури В.Л., Бадина С.В. Прогнозирование социально-экономических ущербов от опасных природных процессов для туристического кластера «Курорты Северного Кавказа» // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2021. № 2. С. 25–34.
- Балабанов И.П. Палеогеографические предпосылки формирования современных природных условий и долгосрочный прогноз развития голоценовых террас Черноморского побережья Кавказа. М., Владивосток: Дальнаука, 2009. 352 с.
- Балабанов И.П., Никифоров С.П. Гагрский залив. Рекреационный потенциал природно-геологических условий прибрежно-морской зоны. М.: Авторская книга, 2016. 288 с.
- Барков И.М. Новый Афон. Очерк: С видом Монастыря. СПб.: Синод. тип., 1904. 24 с.
- Бредихин А.В. Организация рекреационно-геоморфологических систем: дис. ... д-ра геогр. наук. М., 2008. 396 с.
- Ван В.Г., Еременко Е.А., Кажукало Г.А. и др. Морфогенетические типы берегов Абхазии и современные тенденции развития береговой зоны // Исследования молодых географов: сб. статей участников зимних студенческих экспедиций / под ред. М.С. Савоскул, Н.Л. Фроловой. 2022. С. 33–45.
- Воскресенский С.С. Геоморфология СССР. М.: Высшая школа, 1968. 368 с.
- Гагры: Климатическая станция на Черноморском побережье. СПб.: Тип. А.С. Суворина, 1905. 79 с.
- Гвоздецкий Н.А. Кавказ: очерк природы. М.: Географгиз, 1963. 264 с.
- Геоморфология городских территорий: конструктивные идеи / под ред. Э.А. Лихачевой, С.И. Большова. М.: Медиа-Пресс, 2017. 176 с.
- Дбар Р.С., Строчан Т.П., Жиба Р.Ю. Опасные природные явления на территории Абхазии. Оценка рисков с использованием ГИС-технологий // Вестник АН Абхазии. Серия Естественные науки. 2020. № 10. С. 208–229.
- Де Монпере Ф.Д. Путешествие вокруг Кавказа. Т. I: Труды инст. абхазской культуры. Грузинский филиал АН СССР. Вып. VI. Сухум: Абгиз, 1937. 169 с.
- Дублянский В.Н., Клименко В.И., Вахрушев Б.А., Илюхин В.В. Карст и подземные воды горных массивов Западного Кавказа. Л.: Наука, 1985. 150 с.
- Дьячков-Тарасов А.Н. Гагры и их окрестности. Тифлис: Тип. К.П. Козловского, 1903. 100 с.
- Зенкович В.П. Берега Черного и Азовского морей. М.: Географгиз, 1958. 380 с.
- Козлов А.Л. Предварительный отчет о геологических исследованиях в б. Сухумском уезде в 1929 г. // Известия Всесоюзного геологоразведочного объединения. 1932. Т. 51. Вып. 68. С. 999–1026.
- Короновский Н.В. Геология России и сопредельных территорий. М.: Академия, 2011. 240 с.
- Куфтырева Н.С., Лашихия Ш.В., Мгеладзе К.Г. Природа Абхазии. Сухум: Абгосиздат, 1981. 441 с.
- Леонтьев О.К., Никифоров Л.Г., Сафьянов Г.А. Геоморфология морских берегов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. 336 с.

- Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология). М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. 640 с.
- Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А., Жидков М.П. Город – экосистема. М.: ИГ РАН, 1996. 336 с.
- Марков К.К. Основные проблемы геоморфологии. М.: ОГИЗ, 1948. 43 с.
- Пастернацкий Ф.И. Климатолечебные пункты на Черноморском побережье Кавказа. СПб.: Тип. П.П. Сойкина, 1899. 91 с.
- Прендель Р.А. Отчет о результатах экскурсии, произведенной летом 1878 г. по прибрежной полосе Абхазии и Черноморского округа // Записки Новорос. об-ва естествоиспытателей. 1879. Т. 5. Вып. 2. С. 1–9.
- Руммель В.Ю. Материалы для описания русских коммерческих портов и истории их сооружения. Вып. XXX: Керчь – глубокий порт, судоходный канал от реки Кубани к Анапе. Сухум. Результаты изысканий, проведенных в 1896–1897 гг. СПб., 1900. 42 с.
- Сафронов И.Н. Геоморфология Северного Кавказа. Ростов на/Д.: Изд-во Ростовского ун-та, 1969. 221 с.
- Сафьянов Г.А. Подводные каньоны – их динамика и взаимодействие с верхней частью шельфа. М.: Наука, 1978. С. 29–37.
- Сафьянов Г.А. Геоморфология морских берегов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. 400 с.
- Селезнев М. Руководство к познанию Кавказа. СПб.: Тип. Морского кадетского корпуса, 1850. 179 с.
- Сизиков М. Путешествие на Кавказ и пребывание несколько дней в Ново-Афонском Симоно-Кананитском монастыре. М.: Тип. И. Ефимова, 1884. 23 с.
- Симонов Ю.Г. Региональный геоморфологический анализ. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972. 252 с.
- Спиридонов А.И. Геоморфология европейской части СССР: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1978. 332 с.
- Танфильев Г.И. Очерк главнейших районов черноморского побережья. СПб., 1904. 54 с.
- Федина А.Е. Физико-географическое районирование / под ред. Н.А. Гвоздецкого. М.: Изд-во МГУ, 1981. 128 с.
- Федоров П.В. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря // Труды геол. инст. АН СССР. Вып. 88. Серия Геологическая. № 17. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 165 с.
- Чернявский В.И. Краткий очерк Абхазии. СПб.: Тип. В. Безобразова и К°, 1877. 24 с.
- Шевцов М.С. Палеоценовые и смежные с ними слои Сухума, их фауна и строение прилегающего к Сухуму района // Труды Геол. научно-исследовательского ин-та при физ.-мат. ф-те 1-го МГУ. М., 1929. 60 с.
- Щукин И.С. Общая геоморфология. Т. 2. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964. 564 с.

Поступила в редакцию 15.01.2022

После доработки 26.04.2022

Принята к публикации 27.06.2022

RELIEF AND GEOMORPHOLOGIC HAZARDS IN THE URBAN AREAS OF ABKHAZIA

R.O. Razumovskiy¹, E.A. Eremenko², S.I. Bolysov³, Y.N. Fuzeina⁴, V.A. Bogoliubskii⁵,
P.D. Zhuravlev⁶, R.Y. Zhiba⁷, A.A. Derkach⁸, A.V. Bredikhin⁹, R.S. Dbar¹⁰

^{1,5} Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geology

^{2-4, 6, 8, 9} Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Palaeogeography

^{7, 10} Institute of Ecology, Academy of Sciences of Abkhazia

¹ Department of Engineering and Environmental Geology, undergraduate student; e-mail: ror1554@mail.ru

² Associate Professor, PhD in Geography; e-mail: eremenkoeaig@gmail.com

³ Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: sibol1954@bk.ru

⁴ Associate Professor, PhD in Geography; e-mail: donaldw@bk.ru

⁵ Department of Dynamic Geology, undergraduate student; e-mail: Bogolubskiy@yandex.ru

⁶ Student, e-mail: paulegrus@gmail.com

⁷ Senior Scientific Researcher; e-mail: romazb@mail.ru

⁸ Lecturer, PhD in Geography; e-mail: derkach1977@yandex.ru

⁹ Head of Department, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: avbredikhin@yandex.ru

¹⁰ Head of the Institute, Ph.D. in Biology; e-mail: romandbar@mail.ru

Based on the results of geomorphologic surveys carried out in 2021–2022 with the involvement of published materials, an original large-scale (from 1:25 000 to 1:100 000) description of relief of urban areas of the Republic of Abkhazia (Gagra, Pitsunda, Gudauta, Noviy Afon and Sukhum) was compiled, and unprecedented general geomorphologic maps were prepared, with morphogenesis-based legends. According to their morphostructure position and geomorphologic structure, the cities are grouped as follows: 1) completely lying in the area of the coastal-marine relief (Pitsunda and Gudauta); 2) located mainly within the sea terraces and erosion-denudation hills (Sukhum and Gagra); 3) completely located in the low mountains with a predominance of strongly dissected structural-denudation, fluvial and slope relief (Noviy Afon). A field survey revealed

about 300 areas with unfavorable and dangerous geomorphologic processes within the urban areas, 44% of them are in Sukhum, 26% in Gudauta, 11% in Gagra, 10% in Pitsunda, 9% in Noviy Afon. The leading geomorphologic hazards in all spectra are suffusion, erosion and biogenic processes. A list of other processes in a spectrum is predetermined by the geomorphologic position of cities. The widest range, which in addition to the above-mentioned processes, includes also karst, mudflows and landslide processes (i.e. the most dangerous ones), is typical for urban areas with a complex relief structure, abundant in steep slopes and located within a narrow strip separating the spurs of the Main Caucasian Range from the sea (Gagra, Noviy Afon). The risk of destruction of street infrastructure (roadbed, communications, etc.) by dangerous geomorphologic processes was qualitatively estimated and its high dependence on the geomorphologic position of a particular section of the city has been established. In particular, the distribution patterns of recorded unfavorable and dangerous geomorphologic processes made it possible to state that the most favorable conditions for the construction and operation of urban infrastructure and buildings in general are within the leveled surfaces of the Late Pleistocene marine terraces, as well as the upper levels of floodplain terraces in the valleys of large rivers. Other levels of relief have certain disadvantages that impede the development of territories. Thus, the construction on the surface of the Holocene marine terrace is possible only if the foundations are waterproofed and soil is dumped in the lower areas. The development of high sea terraces, erosion-denudation and structural-denudation relief is difficult because of the high density of erosion dissection.

Keywords: geomorphology of urban areas, hazardous geomorphologic processes, Gagra, Pitsunda, Gudauta, Noviy Afon, Sukhum, hazard assessment

Acknowledgements. The research was carried out within the framework of the theme of the state assignment for the Department of Geomorphology and Paleogeography of the Lomonosov MSU “Cenozoic evolution of the environment, the dynamics of relief, geomorphologic hazards and risks of nature management”. The authors express their gratitude to all participants of the winter expedition of the Scientific Student Society of the Department to Abkhazia in January – February 2022 for their assistance in collecting materials, as well as to the staff of the Institute of Ecology of the Academy of Sciences of Abkhazia, who provided support during field work.

REFERENCES

- Baburin V.L., Badina S.V. Ocenka social'no-ekonomicheskogo potentsiala territorii, podverzhenoj neblagopriyatnym i opasnym prirodnyim javlenijam [Evaluation of the social-economic potential of natural hazard-subjected territories], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2015, no. 5, p. 9–16. (In Russian)
- Baburin V.L., Badina S.V. Prognozirovanie social'no-ekonomicheskikh ushherbov ot opasnykh prirodnykh processov dlja turisticheskogo klastera “Kurorty Severnogo Kavkaza” [Forecasting of probable socio-economic losses from natural hazards (case study of the “Northern Caucasus resorts” tourist cluster)], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2021, no. 2, p. 25–34. (In Russian)
- Balabanov I.P. *Paleogeograficheskie predposylki formirovaniya sovremennykh prirodnykh uslovij i dolgosrochnyj prognoz razvitiya golocenovykh terras Chernomorskogo poberezh'ja Kavkaza* [Paleogeographic preconditions of modern natural conditions formation and long-term forecast of the evolution of Holocene terraces of Caucasus Black Sea coast], Moscow, Vladivostok, Dal'nauka Publ., 2009, 352 p. (In Russian)
- Balabanov I.P., Nikiforov S.P. *Gagriskij zaliv. Rekreatsionnyj potencial prirodno-geologicheskikh uslovij pribrezhno-morskoj zony* [The Gagra Bay. Recreational potential of natural-geological conditions of the sea coastal zone], Moscow, Avtorskaja kniga Publ., 2016, 288 p. (In Russian)
- Barkov I.M. *Novyj Afon: Oчерк: S vidom Monastyrja* [New Athos: Sketch: View of the Monastery], Saint Petersburg, Sinod. tip. Publ., 1904, 24 p. (In Russian)
- Bredihin A.V. *Organizacija rekreatsionno-geomorfologicheskikh sistem* [Organization of recreational-geomorphological systems], Doctor of Science Thesis in Geography, Moscow, 2008, 396 p. (In Russian)
- Chernjavskij V.I. *Kratkij oчерk Abhazii* [Brief sketch of Abkhazia], Saint Petersburg, tip. V. Bezobrazova i K° Publ., 1877, 24 p. (In Russian)
- Dbar R.S., Strochan T.P., Zhiba R.Ju. Opasnye prirodnye javlenija na territorii Abhazii. Ocenka riskov s ispol'zovaniem GIS – tehnologij [Natural hazards within the territory of Abkhazia. Risk evaluation using GIS technologies], *Vestn. AN Abhazii, Ser. Estestvennye nauki*, 2020, no. 10, p. 208–229. (In Russian)
- De Monpere F.D. *Puteshestvie vokrug Kavkaza* [Voyage around the Caucasus], vol. I, Proc. of Institute of Abkhazian culture, Georgian branch of AS USSR, iss. VI, Svidetel'stva inostrancev ob Abhazii, Sukhumi, Abgiz Publ., 1937, 169 p. (In Russian)
- D'jachkov-Tarasov A.N. *Gagry i ih okrestnosti* [Gagra and its vicinities], Tiflis, tip. K.P. Kozlovskogo Publ., 1903, 100 p. (In Russian)
- Dubljanskij V.N., Klimenko V.I., Vahrushev B.A., Iljuhin V.V. *Karst i podzemnye vody gornych massivov Zapadnogo Kavkaza* [Karst and groundwater of West Caucasus mountain massifs], Leningrad, Nauka Publ., 1985, 150 p. (In Russian)
- Fedina A.E. *Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie, izd. 2* [Physical-geographical zoning, 2nd iss.], N.A. Gvozdeckij (ed.), Moscow, Lomonosov Moscow State un-ty Publ., 1981, 128 p. (In Russian)
- Fedorov P.V. *Stratigrafija chetvertichnykh otlozhenij Krymsko-Kavkazskogo poberezh'ja i nekotorye voprosy geologicheskoi istorii Chernogo morja* [Quaternary deposits stratigraphy of Crimean and Caucasian coast and a few questions of geological history of the Black Sea], Publications of Geological Institute of AS USSR, iss. 88, Geol. ser., no. 17, Moscow, AS USSR Publ., 1963, 165 p. (In Russian)

- Gagry: *Klimaticheskaja stancija na Chernomor. poberezh'e* [Gagra: Climatic station at the Black Sea coast], Saint Petersburg, tip. A.S. Suvorina Publ., 1905, 79 p.
- Geomorfologija gorodskih territorij: *konstruktivnye idei* [Geomorphology of urban territories: constructive ideas], Je.A. Lihacheva, S.I. Bolysov (eds.), Moscow, Media-Press Publ., 2017, 176 p. (In Russian)
- Gvozdeckij N.A. *Kavkaz: ocherk prirody* [The Caucasus: sketches of the nature], Moscow, Geografiz Publ., 1963, 264 p. (In Russian)
- Koronovskij N.V. *Geologija Rossii i sopredel'nyh territorij* [Geology of Russia and adjacent territories], Moscow, Akademija Publ., 2011, 240 p. (In Russian)
- Kozlov A.L. Predvaritel'nyj otchet o geologicheskikh issledovanijah v b. Suhumskom uезде v 1929 g. [Preliminary report about geological studies in Bol'shoj Suhumskij uezd, 1929], *Izvestija Vsesojuznogo geologorazvedchnogo ob'edinenija*, vol. 51, iss. 68, 1932, p. 999–1026. (In Russian)
- Kuftyreva N.S., Lashhija Sh.V., Mgeladze K.G. *Priroda Abkhazii* [The nature of Abkhazia], Sukhumi, Abgosizdat Publ., 1981, 441 p. (In Russian)
- Leontiev O.K., Nikiforov L.G., Saf'janov G.A. *Geomorfologiya morskikh beregov* [Geomorphology of sea coasts], Moscow, izd-vo MGU, 1975, 336 p. (in Russian)
- Lihacheva Je.A., Timofeev D.A. *Rel'ef sredy zhizni cheloveka (ekologicheskaja geomorfologija)* [The topography of human life environment (ecological geomorphology)], Moscow, Media-Press Publ., 2002, 640 p. (In Russian)
- Lihacheva Je.A., Timofeev D.A., Zhidkov M.P. *Gorod – ekosistema* [City as an ecosystem], Moscow, In-te of Geography of RAS Publ., 1996, 336 p. (In Russian)
- Markov K.K. *Osnovnye problemy geomorfologii* [The main problems of geomorphology], Moscow, OGIZ Publ., 1948, 43 p. (In Russian)
- Pasternackij F.I. *Klimatolechebnye punkty na Chernomorskom poberezh'e Kavkaza* [Climatis treatment sites at the Black Sea coast of the Caucasus], Saint Petersburg, tip. P.P. Sojkina Publ., 1899, 91 p. (In Russian)
- Prendel' R.A. Otchet o rezul'tatah ekskursii, proizvedennoj letom 1878 g. po pribrezhnoj polose Abkhazii i Chernomorskogo okruga [Report on the results of excursion held in summer 1878 along the shoreline of Abkhazia and Chernomorskij okrug], *Zapiski Novoros. ob-va estestvoispyt*, 1879, vol. 5, iss. 2, p. 1–9. (In Russian)
- Rummel' V.Ju. *Materialy dlja opisanija russkikh kommercheskich portov i istorii ih sooruzhenija, vypusk XXX, Kerch' – glubokij port, sudohodnyj kanal ot reki Kubani k Anape. Suhum. Rezul'taty izyskanij, provedennyh v 1896-97 gg.* [Materials for description of Russian commercial sea ports and the history of their construction. Issue XXX. Kerch' – a deep sea port, ship canal from Kuban' river to Anapa. Sukhumi. The results of investigations held in 1896–1897], Saint Petersburg, Upr. vodjanyh i shossejn. soobshh. i torg. portov Publ., 1900, 42 p. (In Russian)
- Saf'janov G.A. [Subaquatic canyons: their dynamics and interaction with the upper part of the continental shelf], *Geografiya i geomorfologiya shelfa* [Geography and geomorphology of continental shelf], Moscow, Nauka Publ., 1978, p. 29–37. (In Russian)
- Saf'janov G.A. *Geomorfologija morskikh beregov* [Seacoasts geomorphology], Moscow, Moscow St. Univ. Publ., 1996, 400 p. (In Russian)
- Safronov I.N. *Geomorfologija Severnogo Kavkaza* [Geomorphology of the Northern Caucasus], Rostov-on-Don, Rostovskij univ. Publ., 1969, 221 p. (In Russian)
- Seleznjev M. *Rukovodstvo k poznaniju Kavkaza* [Instruction to studying the Caucasus], Saint Petersburg, tip. Morskogo kadetskogo korpusa Publ., 1850, 179 p. (In Russian)
- Shevcov M.S. *Paleocenovyje i smezhnyje s nimi sloi Suhuma, ih fauna i stroenie prilegajushhego k Suhumu rajona* [Paleocene and contiguous layers of Sukhumi area, their fauna and structure of area adjacent to Sukhumi], publications of Geol. Scient-Res. Inst. of Phys.-Math. Faculty of the 1st Moscow State University, Moscow, 1929, 60 p. (In Russian)
- Shhukin I.S. *Obshhaja geomorfologija, t. 2* [General geomorphology, vol. 2], Moscow, Moscow St. univ. Publ., 1964, 564 p. (In Russian)
- Simonov Ju.G. *Regional'nyj geomorfologicheskij analiz* [Regional geomorphologic analysis] Moscow, Moscow St. univ. Publ., 1972, 252 p. (In Russian)
- Sizikov M. *Puteshestvie na Kavkaz i prebyvanie neskol'ko dnej v Novo-Afonskom Simon-Kananitskom monastyre* [Caucasus voyage and several day staying at New Athos Simon the Cananite monastery], Moscow, tip. I. Efimova Publ., 1884, 23 p. (In Russian)
- Spiridonov A.I. *Geomorfologija evropejskoj chasti SSSR* [Geomorphology of the European part of USSR], Moscow, Vysshaja shkola Publ., 1978, 332 p. (In Russian)
- Tanfil'ev G.I. *Ocherk glavnejshih rajonov chernomorskogo poberezh'ja* [The sketch of the most important areas of the Black Sea coast], Saint Petersburg, 1904, 54 p. (In Russian)
- Van V.G., Eremenko E.A., Kazhukalo G.A. et al. [Abkhazia coasts morphogenetic types and modern trends of coastal zone evolution], *Issledovanija molodyh geografov, sb. statej uchastnikov zimnih studencheskich jekspedicij* [Young geographers researches: collect. of articles of winter student expedition members], M.S. Savoskul, N.L. Frolova (eds.), 2022, p. 33–45. (In Russian)
- Voskresenskij S.S. *Geomorfologija SSSR* [Geomorphology of USSR], Moscow, Vysshaja shkola Publ., 1968, 368 p. (In Russian)
- Zenkovich V.P. *Berega Chernogo i Azovskogo morej* [The coasts of Black Sea and Azov Sea], Moscow, Geografiz Publ., 1958, 380 p. (In Russian)

Received 15.01.2022

Revised 26.04.2022

Accepted 27.06.2022