Криосфера Земли, 2013, т. XVII, № 4, с. 87–93 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 551.4+551.324–345

НИВАЛЬНО-ГЛЯЦИАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ МЕСХЕТСКОГО ХРЕБТА (ЮГО-ЗАПАДНАЯ ГРУЗИЯ) И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ РЕЛЬЕФЕ

И.В. Бондырев

Институт географии имени Вахушти, Тбилисский государственный университет имени Ив. Джавахишвили, 0179, Тбилиси, просп. Чавчавадзе, 1, Грузия; ibondyrev@yahoo.com

Район исследований расположен на западе горных цепей Малого Кавказа и всецело подчинен влиянию влажного субтропического климата. На основе полевых исследований и анализа космических снимков были изучены особенности формирования мезо- и микрорельефа данной территории. Выявлены как огромные ледниковые валуны-останцы, так и троговые долины с мощными отложениями флювиогляциально-селевого характера. Особенности геологического строения, характер рельефа и климатические условия этой территории способствуют развитию процессов перигляциального морфогенеза, обусловливающего выполаживание местности со скоростью около 0,56 мм/год, т. е. 0,56 м за тысячелетие. Описаны особенности расположения многочисленных снежников-перелетков и их роль в моделировании современного рельефа данной территории. Установлено, что за период голоцена лишь в результате нивации был снесен слой пород мощностью 5,6 м.

Нивация, мерзлота, ледники, эрратические валуны, Кавказ, Грузия

NIVAL-GLACIAL PROCESSES OF THE MESKHETI RIDGE (SOUTH-WEST GEORGIA) AND THEIR IMPACT ON THE MODERN LANDSCAPE

I.V. Bondyrev

Vakhushti Institute of Geography, Javakhishvili Tbilisi State University, 0179, Tbilisi, Chavchavdze av., 1, Georgia; ibondyrev@yahoo.com

The area of researches is located in the west of mountain chains of Minor Caucasus and is entirely subjected to the influence of humid subtropical climate. On the basis of the field researches and the analysis of satellite images, the features of formation of meso- and microrelief of the given territory have been studied. Both huge glacial boulders-octants and trough valleys with fluvioglacial and debris-flow deposits have been revealed. Features of geological structure, character of relief and climatic conditions of investigated territory promote development of processes of periglacial morphogenesis, causing planation of the relief at a rate of about 0.56 mm/year, i. e. 0.56 m for a millennium. Features of the arrangement of numerous snow patches and their role in modeling of modern relief of the given territory are described. It is established that during the Holocene a layer of rocks by capacity of 5.6 m has been taken down only as a result of nivation.

Nivation, permafrost, glaciers, erratic boulders, Caucasus, Georgia

Согласно схеме геоморфологического районирования территории Грузии [*Бондырев, 2000*], исследуемый регион входит в зону складчатых хребтов Малого Кавказа, представленных Аджаро-Имеретинским (Месхетским) блоково-антиклинальным хребтом, сложенным туфобрекчиями и сиенит-диоритовыми интрузиями с прослойками и прожилками эффузивов. С юга зона ограничена узкой грабен-синклинальной межгорной котловиной р. Аджарис-цкали, с севера – Супса-

Рис. 1. Панорама Месхетского хребта (вид с юго-востока).

Здесь и далее наземные фотографии И.В. Бондырева.

© И.В. Бондырев, 2013

Натанебской синклинальной депрессией, сформированной в Гурийско-Имеретинских надвиговых холмисто-грядовых возвышенностях, сложенных песчаниками, туфобрекчиями и глинистыми породами эоцена.

Общая площадь района исследований составляет 345 км^2. Территория характеризуется довольно сглаженным рельефом (рис. 1), что обусловлено, с одной стороны, литологией и тектоническим строением, а с другой – близостью к влажным субтропикам Черноморского побережья. От Черного моря ее отделяет всего 37 км, что определяет и температурный режим (рис. 2), и среднегодовую температуру, равную 6 °С (средняя температура

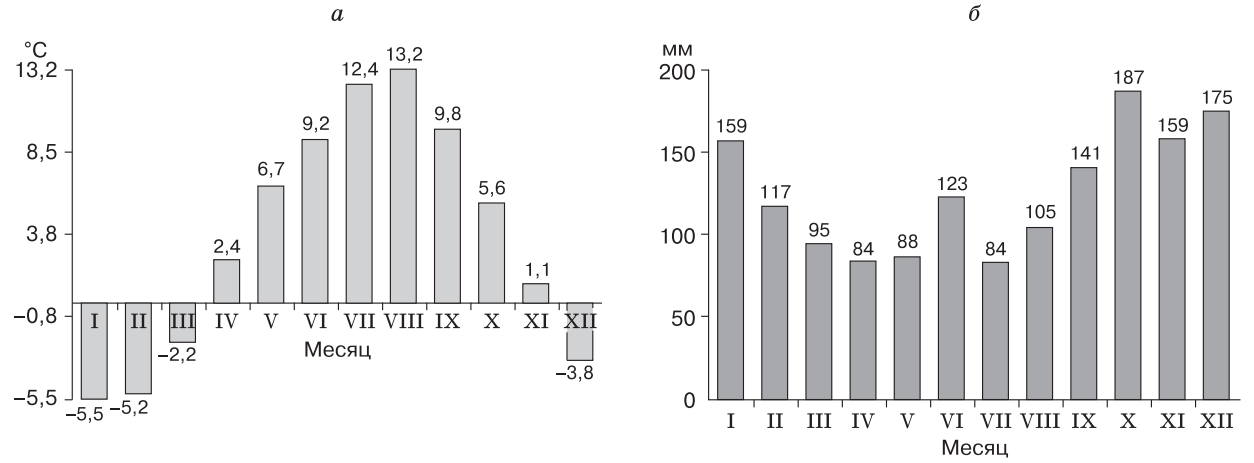

Рис. 2. Динамика среднегодовых температур воздуха (*а*) и ежемесячного количества осадков (*б*) по данным метеостанции Бахмаро [*GEORGIE..., 2012*].

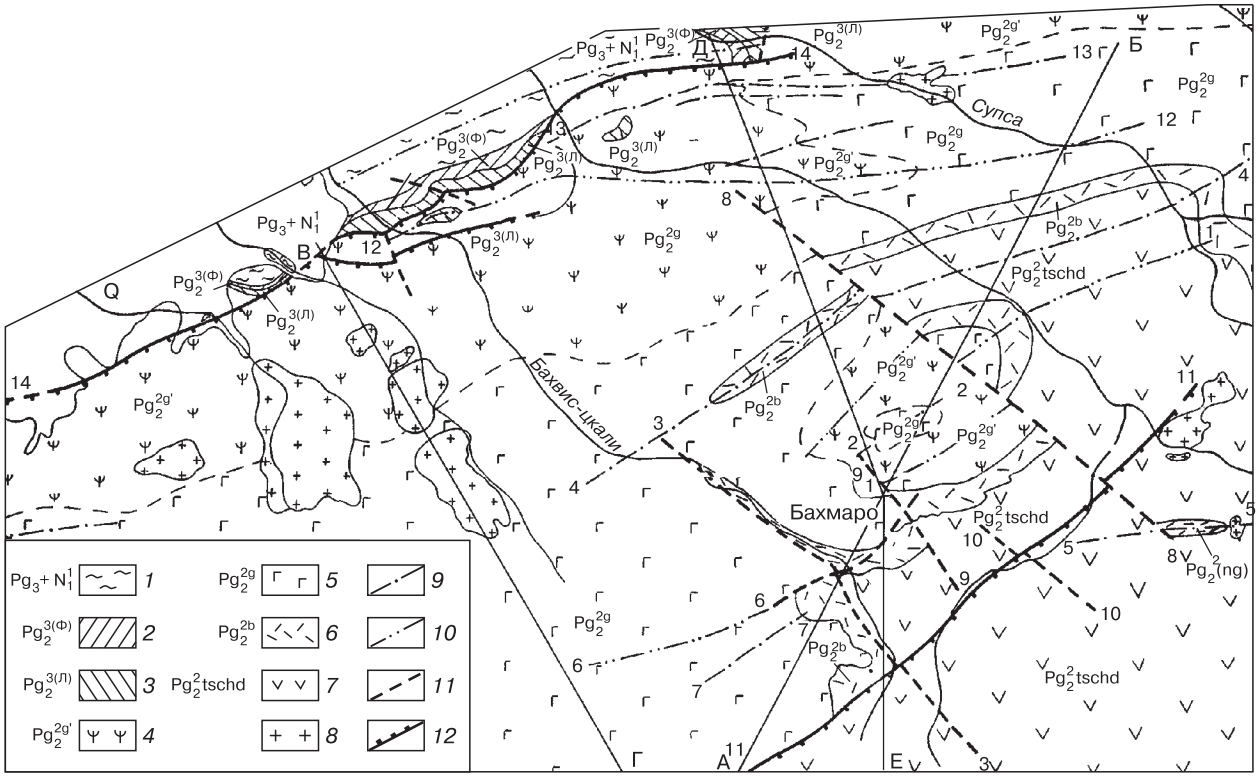

Рис. 3. Геологическая карта района Бахмаро [*Надареишвили и др., 1997*].

1 – олигоцен–нижний миоцен; *2* – фораминиферовые мергели; *3* – лиролеписовый горизонт; *4* – гурийская свита (трахитовая фация); *5* – гурийская свита (фация оливиновых базальтов); *6* – бахмаройская свита; *7* – чидильская свита; *8* – интрузивы; *9* – оси антиклиналей; *10* – оси синклиналей; *11* – сбросы; *12* – взбросы.

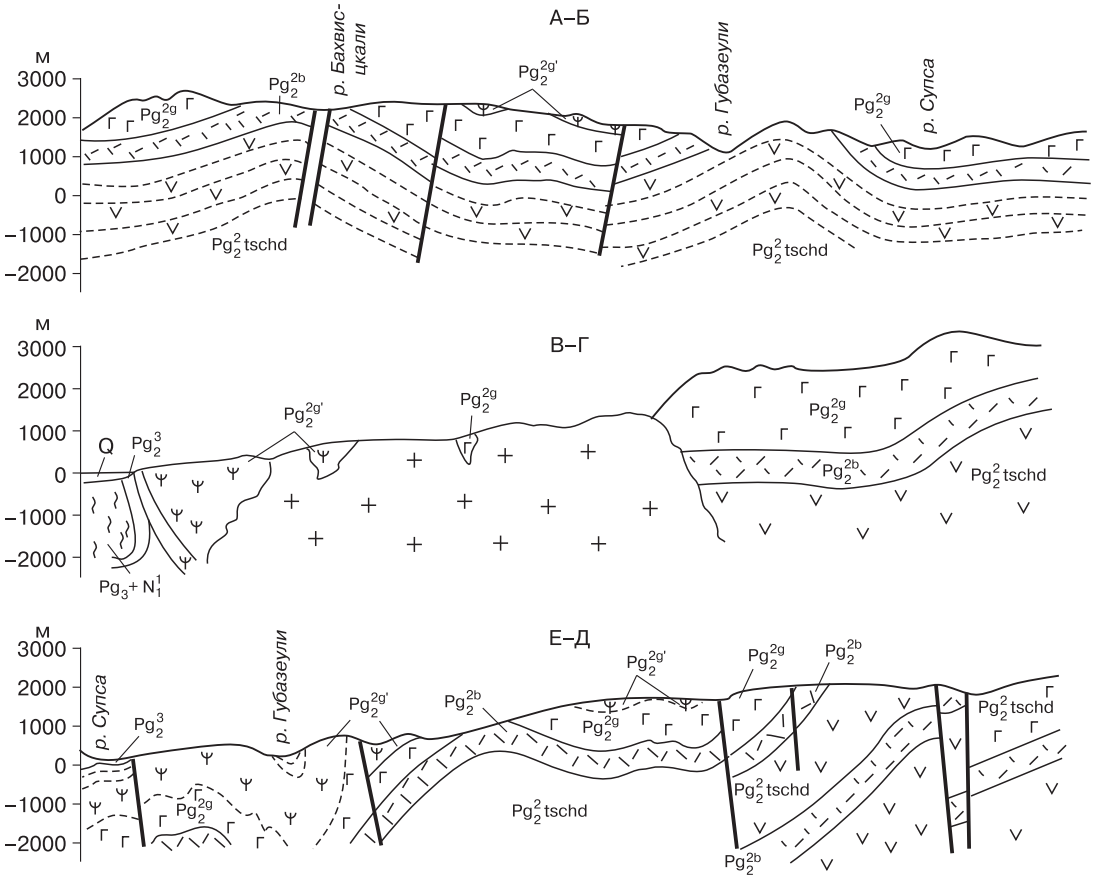

Рис. 4. Профили к геологической карте (см. рис. 3) [*Надареишвили и др., 1997*].

января –6 °С, июля +13 °С). Число часов солнечного сияния 2020 в год. Среднегодовая влажность 73 %, среднегодовое количество осадков около 1400 мм/год. Зимой толщина снежного покрова достигает от 4 до 8,5 м, и он не тает в течение 8–10 месяцев. Поселок Бахмаро расположен на высоте 1926 м над уровнем моря в котловине, зажатой между Месхетским хребтом и его отрогами – Дагларaульским, Сакацария, Цхврис-сапарси и Мучута.

Геологическое строение отражено на представленных карте и геологических разрезах (рис. 3, 4). Наряду с линиями тектонических разломов, осей складок и надвигов/сбросов, которые хорошо видны на рис. 3, 4, в результате анализа космических снимков сверхвысокого разрешения (снимки Google Earth, 2009 г.) в районе окрестностей Бахмаро были выделены также субмеридиональные линии небольших тектонических нарушений или ослабленных зон верхнего структурного яруса и целая система концентрических кольцевых структур (рис. 5). Последние, по-видимому, представляют собой проявления термальных нестабильностей земной коры этого участка, что подтверждается особенностями рельефа (на-

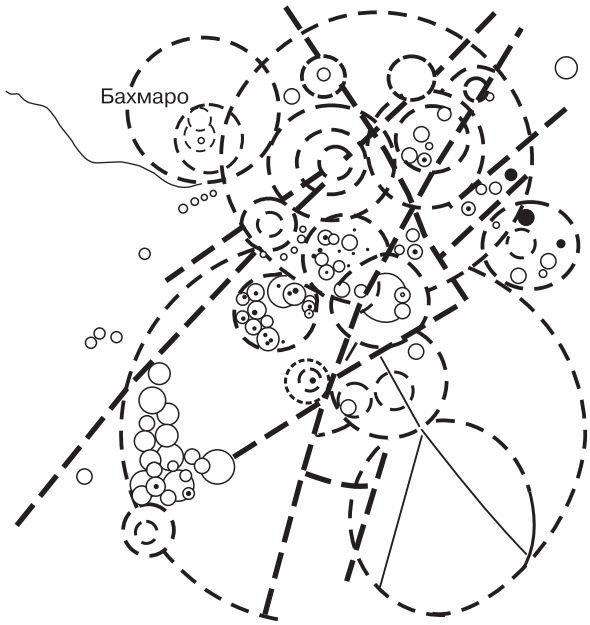

Рис. 5. Линейные и кольцевые структуры района Бахмаро. Схема дешифрирования.

личие многочисленных мелких плоских или пологонаклонных поверхностей, выходов грунтовых вод и т. д.).

Следы древнего оледенения на Малом Кавказе, в том числе и на Месхетском хребте, впервые отмечал еще Л.И. Маруашвили [*1938*]. Возможность наличия небольших горных ледников на массиве Сакорния не отрицал и Ш.А. Цховребашвили [*1978*], описывавший трогообразные формы речной долины к югу от пос. Бахмаро. Однако ни тот, ни другой не дали четкого описания этих форм, истории и основных этапов их формирования, не говоря уже о конкретных особенностях их генезиса. Отсутствие временных и пространственных датировок до сегодняшнего дня оставляли этот вопрос открытым. Для решения этой задачи был выполнен анализ космических снимков сверхвысокого разрешения (Google Earth) за 2006–2009 гг. (рис. 6, *а*), с последующей проверкой в полевых маршрутах.

Всего было дешифрировано более 250 изображений, каждое из которых привязывалось к топографической карте масштаба 1:50 000. Результаты анализа сопоставлялись с материалами полевых наблюдений и увязывались с зафиксированными во время маршрутов объектами с учетом их позиционирования с помощью GPS.

Были четко определены как пространственные координаты наиболее интересных объектов, так и их абсолютные высоты. В 5 км к юго-востоку от пос. Бахмаро было зафиксировано два эрратических валуна (см. рис. 6, *в*, *г*).

Валуны расположены недалеко друг от друга (159–200 м) на высоте 1934 м над уровнем моря и привязаны к координатам 41°40,31′ с.ш. и 42°19,42′ в.д. Несколько выше, в 1,0–1,2 км к юго-западу от предыдущих, на высоте 2005 м фиксируется еще один эрратический валун, в несколько раз превышающий размеры вышеописанных форм (см. рис. 6, *б*), расположенный на 350 м ниже современного гребня Месхетского хребта.

Широкая троговая форма долины одного из основных истоков р. Бахвис-цкали на высоте 1925 м над уровнем моря также может служить свидетельством гляциально-селевой обработки поверхности (см. рис. 6, *д*).

Рис. 6. Сравнительный анализ космоснимков и материалов полевых наблюдений.

а – космический снимок Google Earth (2006–2009 гг.); *б* – эрратический валун в районе гребня Месхетского хребта; *в*, *г* – эрратические валуны в 5 км к юго-востоку от пос. Бахмаро; *д* – широкая корытообразная (троговая) долина одного из основных истоков р. Бахвис-цкали (на заднем плане пос. Бахмаро); *е* – хорошо окатанные флювиогляциально-селевые отложения в истоках р. Бахвис-цкали.

Следует обратить внимание на зафиксированные на высоте 1923 м над уровнем моря отложения крупного хорошо окатанного материала сложного генезиса (флювиогляциально-селевые). Их мощность составляет более 2,5 м (см. рис. 6, *е*). Для формирования подобных образований в условиях современного рельефа нет никаких условий. Для обработки столь крупного материала необходимо наличие водного потока, по крайней мере в 3–4 раза превышающего сегодняшний, и горного массива с высотами на 200–350 м выше современных. Поэтому вопрос требует дальнейшего уточнения.

Особый интерес вызывают свойства и роль снежного покрова, не тающего в течение всего года ("вечные снега"), и характер его пространственного распространения на исследуемой территории. Всего здесь насчитывается 562 снежника размерами от 0,5–1,0 м до 9,84 км. Самые большие снежные поля наблюдаются на северо-западном склоне массива Сакорние, где они занимают общую площадь 1,31 км^2 (рис. 7).

Проведенный анализ данных дешифрирования материалов космической съемки Google Earth (2006 г.) позволил четко зафиксировать характер пространственного расположения снежников-перелетков, снежных полей и пятен, а также периферийных зон перигляциального морфогенеза.

Как видно из приведенных на рис. 7 и в таблице данных, наибольшая масса скоплений снежно-фирнового материала фиксируется на массиве Сакорние (абс. высота 2755,4 м над уровнем моря). Здесь можно выделить три основных участка концентрации мощных снежников, образующих местами сплошные снежные поля.

Так, на центральном участке наиболее крупное снежное поле имеет вытянутую вдоль гребня конфигурацию и протягивается на 3,1 км. На западном участке Сакорние протяженность сплошных снежных полей составляет 2,6 км, на юго-восточном – 1,9 км. В районе вершины Зотис-мта (2676 м) эти формы имеют более скромное распространение. Здесь максимальная длина снежников не превышает 0,4 км.

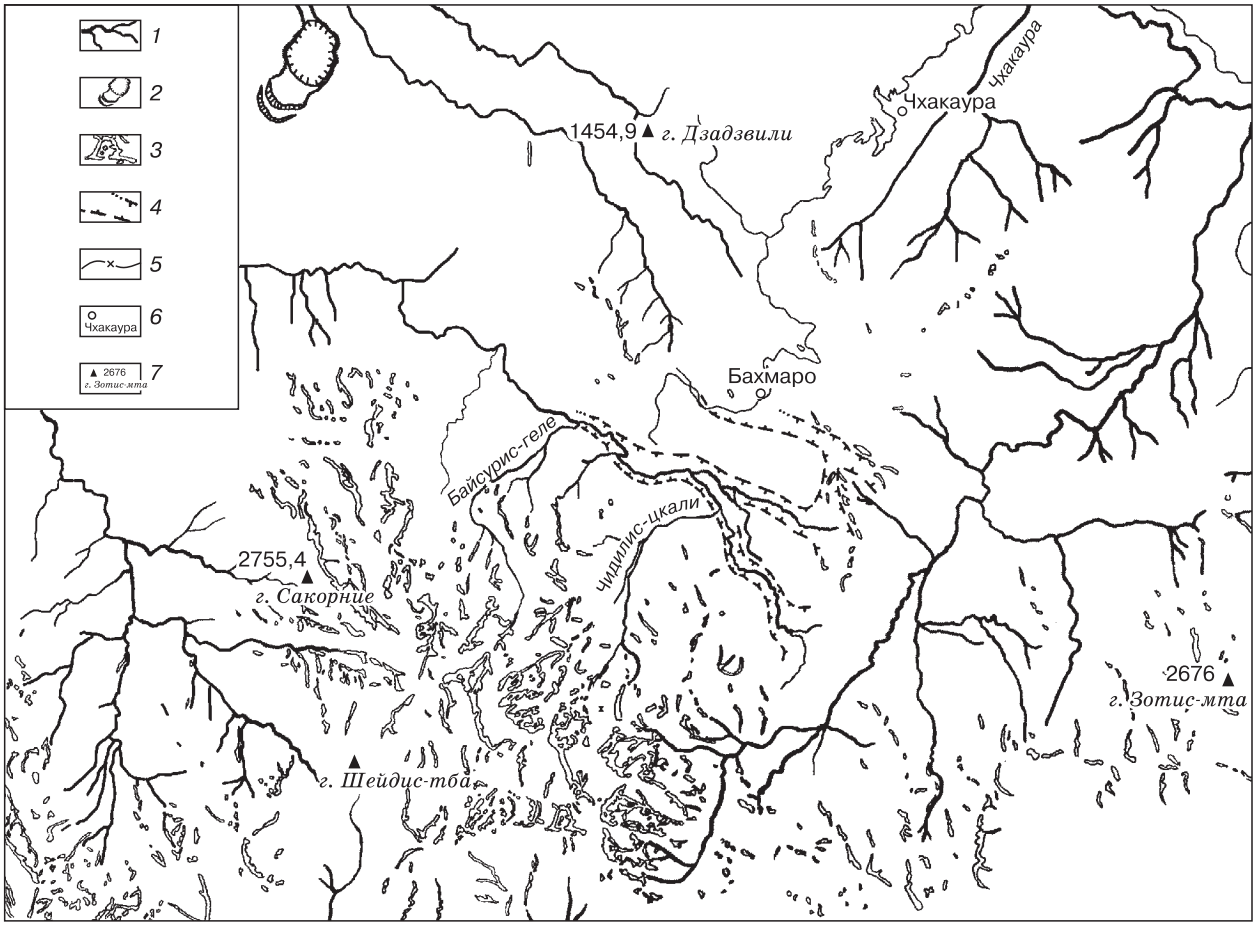

Рис. 7. Карта снежников-перелетков на гребне Месхетского хребта (участок Чхакаура–Сакорние).

1 – русла рек; *2* – грандиозный блоковый оползень; *3* – снежники и снежные поля; *4* – троговая долина; *5* – автодорога и перевал; *6* – временный летний поселок; *7* – вершина и ее высота над уровнем моря.

Дифференциация снежников-перелетков и периферийных зон развития мерзлотных процессов на Месхетском хребте

Параметр	Снежники				Периферийные участки развития активных мерзлотных процессов			
	Крупные (0,5–3,5 км)	Средние (0,2–0,5 км)	Мелкие (<0,1 км)	Всего	Крупные (1,0–3,5 км^2)	Средние (0,1–0,9 км^2)	Мелкие (0,05–0,9 км^2)	Всего
Количество	18	192	352	562	–	–	–	–
Площадь, км^2	1,98	6,01	4,73	12,72	14,13	33,0	21,72	68,85
Процент от числа форм	3,2	34,2	62,6	100	–	–	–	–
Процент от площади	15,6	47,2	37,2	100	20,5	47,9	31,6	100

Примечание. В основу данной классификации положена протяженность (длина) снежника (км) и размер площади развития перигляциальных (мерзлотных) процессов (км^2).

Для иллюстрации особенностей соотношения площадей и характера размещения участков развития активных мерзлотных процессов рассмотрим небольшую (3,5 км^2) территорию долины р. Бахвис-цкали и ее притоков в окрестностях пос. Бахмаро. На рис. 8 представлены результаты анализа космического снимка (*А*) и фотография одной из комплексных форм снежно-мерзлотного характера (*Б*). На схеме черным цветом выделены снежники, серым – их обрамление (участки активного развития нивальных процессов). На схеме хорошо видно, что площади последних значительно превышают площади самих снежников. В то же время следует отметить, что эти величины не являются постоянными и резко колеблются вслед за увеличением (снегопады) или таянием (солнечная погода) снежного покрова.

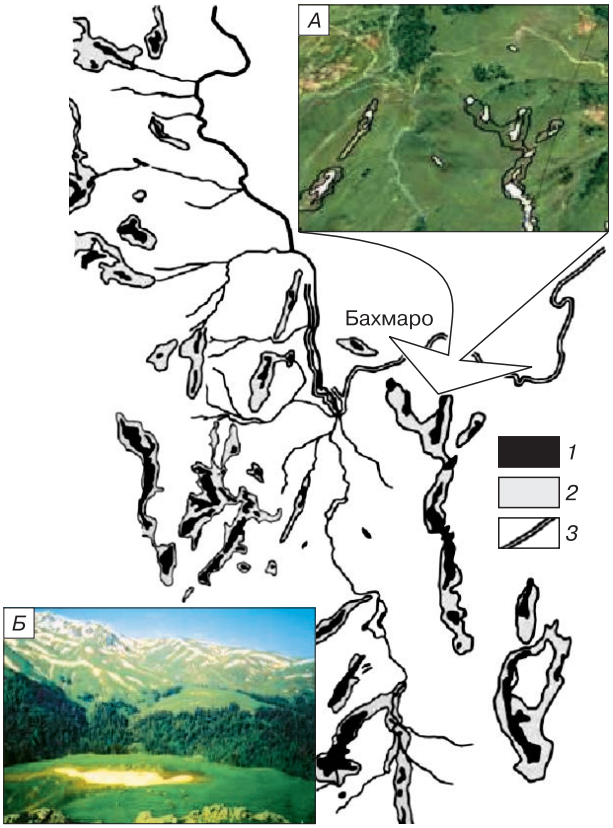

Рис. 8. Характер соотношения площадей постоянного снежного покрова и участков развития мерзлотных процессов одного из участков исследуемой территории:

А – дешифрирование космических снимков; *Б* – периферийная зона мерзлоты вокруг снежника на перевале Бахмаро; *1* – снежники; *2* – участки активного развития мерзлотных процессов; *3* – автодорога.

При этом участки развития мерзлотных процессов более стабильны во времени и их воздействие на окружающую среду в несколько раз больше, чем самих снежников. Это воздействие выражается в коррозии верхнего почвенного горизонта и коры выветривания, изменения их структуры в результате образования многочисленных линз и прожилок льда, что приводит к разрыхлению сплошности, размыву талыми водами и образованию просадок.

Ранее нами был проведен ряд экспериментальных исследований по определению величины и скорости морозного выветривания в различных типах горных пород [*Бондырев, Сулханишвили, 1989*]. Так, скорость дезинтеграции вулканогенных пород колеблется в зависимости от увлажнения от 0,047 до 0,672 мм/год. Здесь речь идет не только о подкромковой мерзлоте и ее коррозирующем воздействии, которое составляет около 0,56 мм/год, но и об атмосферных дождях. Дождевая вода, выпадая на этих высотах, претерпевает многочисленные фазы замерзания–оттаивания, что в условиях влажных субтропиков оказывает воздействие на поверхности почвогрунтов и в глубь до 2,0–4,5 м. Это суммарная величина воздействия всех процессов выветривания. Главные

среди них – это процессы замерзания–оттаивания, подготавливающие условия для интенсивного совокупного воздействия этой группы факторов. С учетом этих значений становятся понятными условия пенепленизации и скорости переработки склонов данной территории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особенности геологического строения, характер рельефа и климатические условия исследуемой территории способствуют развитию процессов перигляциального морфогенеза, являющихся одним из факторов, обусловливающих выполаживание рельефа со скоростью около 0,56 мм/год, т. е. 0,56 м за тысячелетие. Таким образом, при условии, что на протяжении всего позднего плейстоцена–голоцена здесь сохранялись современные климатические условия и характер тектоники, за это время лишь в результате нивации был снесен слой пород мощностью 2,0–4,6 м.

Литература

Бондырев И.В. Новый взгляд на некоторые проблемы геоморфологии Грузии. Тбилиси, Полиграф, 2000, 78 с.

Бондырев И.В., Сулханишвили Г.С. Экспериментальные исследования механики морозного выветривания горных пород // Тр. ГПИ. Сер. Гидрогеология и инж. геология. Тбилиси, 1989, № 12 (354), с. 20–26.

Маруашвили Л.И. О следах древнего оледенения Малого Кавказа // Природа, 1938, № 7–8, с. 56–58.

Надареишвили Г.Ш., Вольский Э.И., Гамкрелидзе И.П. К геологии северного склона Месхетского хребта // Проблемы геологии Аджаро-Триалетии. Тбилиси, Мецниереба, 1997, вып. 44, с. 7–14.

Цховребашвили Ш.А. Геоморфология Аджаро-Триалетского хребта / Ш.А. Цховребашвили. Тбилиси, ТГУ, 1978, 248 с. (на груз. яз.).

GEORGIE–Bakhmaro: Climat, températures, précipitations, ensoleillement. URL: http://www.levoyageur.net/climat-ville-Bakhmaro.html (дата обращения: 10.11.2012).

Поступила в редакцию
20 ноября 2012 г.