

Ф. С. ГЕВОРКЯН, Р. Х. ГАГИНЯН, Ю. А. АРАКЕЛЯН

КРИОГЕННАЯ ЭКЗОДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ И АРЦАХА

Криогенный тип экзоморфогенеза является одним из ведущих факторов рельефообразования в высокогорном (выше 2000 м) геоморфолого-ландшафтном поясе территории РА и Арцаха. В статье рассматриваются климатические предпосылки, сущность, характер и особенности развития различных подтипов криогенных процессов и созданные ими микроформы и рыхлые отложения. С нивацией связано образование нивационных понижений, кароидов, конуса выносов, валообразных накоплений, полигонных почв, а с криосолифлюкцией – солифлюкционных террас, медленное движение делювиальных чингиллов. Морозобойные растрескивания пород образуют медальоны, каменные кольца, полигональные почвы и т. д. Криогенные процессы в основном отрицательно воздействуют на хозяйственную деятельность человека и наносят значительный ущерб. Поэтому необходимо в дальнейшем проводить исследование и крупномасштабные картографические работы, разработать схемы природоохранных мероприятий.

Криогенный тип рельефообразования объединяет ряд геофизических процессов и явлений (нивация, криосолифлюкция, пучение и т. д.), связанных с разрушительной деятельностью снежников, морозным выветриванием, замерзанием и оттаиванием почвогрунтов (рис. 1). На территории Армении по сравнению с высокими географическими широтами криогенные процессы развиты слабо и локализуются в высокогорных поясах, крупных вулканических шитовидных массивах (Ехнахахский, Арагацский, Гегамский, Варденисский, Сюникский) и на складчато-глыбовых хребтах (Зангезурский, Вайкский, Памбакский, Базумский, Севанский, Восточно-Севанский, Мравский, Карабахский и др.). Нижний предел развития криогенных процессов в зависимости от мезоэкспозиции склонов и циркуляции атмосферы колеблется от 2000 до 2500 м. Здесь разрушение и формирование склонов интенсифицируются, благодаря нивации и морозному выветриванию. На пологих склонах развита криосолифлюкция, а на слабонаклонных и ровных поверхностях происходят выпучивание почвогрунтов и каменного материала, разрыв дерна и, как следствие, перемещение мелкозема, приводящие к образованию специфического остаточного горного делювия.

Нивация. Имеет значительное распространение. Её рельефообразующая роль выражается как в виде разрушений почвогрунтов, так и удаления и накопления материалов разрушений. Снег и после своего ухода сохраняется в отрицательных формах рельефа в виде снежников вплоть до поздней осени, а иногда и круглый год. На склонах северной экспозиции они на 2–3

недели задерживаются дольше, чем на южной. Снежники по длительности существования подразделяются на раннелетние, позднелетние и перелетки. Раннелетние распространены в тенистых склонах и отрицательных формах рельефа на высотах до 3000 м и тают в первой половине лета. Они часто образуются от лавин и накапливаются в днищах глубоких долин. Их мощность достигает 3–4 м. Позднелетние расположены в основном выше 2800–3000 м и сохраняются до первой половины сентября. В конце августа их размеры резко сокращаются. Перелетные снежники сохраняются до нового снегопада, развиты же они на высотах выше 3000 м. Их размеры и количества снега в разные годы различны и зависят от количества выпадающего снега и средней температуры лета. Мощность снега в снежниках колеблется от 1 до 5 м, плотность увеличивается от весны ($0,2-0,3 \text{ г/см}^3$) к лету ($0,5-0,6 \text{ г/см}^3$ в августе) [1]. В вертикальном разрезе снежника просматривается слоистость (рис. 2). Слои разграничены тонкими прослойками пыли. Наши наблюдения показали [1], что мерзлый грунт под снежниками продолжается в сторону от его нижней кромки на 3–7 м, а у верхней кромки его граница почти совпадает с кромкой снежника, что связано с большим уклоном ложа последнего у его вершины.

Разрушение почвогрунтов снежников происходит в основном за счет боковой нивации, т. к. оно и вынос горных пород происходят интенсивно вдоль кромки снежника, тогда как под снежником горные породы почти не испытывают температурных колебаний и не подвергаются разрушению. Как показывают наблюдения, скорость движения грунтов в нижних краях снежника составляет 0,3 см/день, а на два метра дальше от него – 0,6–0,7 см/день.

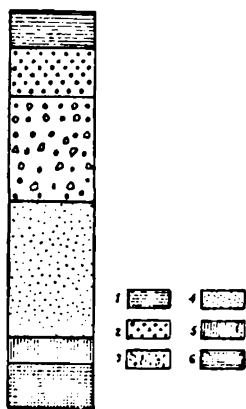


Рис. 2. Принципиальная схема строения снежников высокогорного пояса РА. 1. Плотная корка – 2–3 см; 2. Влажный, среднезернистый фирн – 20 см; 3. Среднезернистый фирн иногда с кристаллами льда – 20–70 см; 4. Мелкозернистый снег – 70–130 см; 5. Слой льда – 5 см; 6. Мерзлый грунт.

Снежники углубляют занимаемые ими участки, образуя разнообразные микроформы. В мелких отрицательных формах рельефа создаются благоприятные условия для накопления снега, которые в дальнейшем под его воздействием превращаются в нивационные понижения, где даже в условиях незначительных уклонов происходят перемещение почвогрунтов вниз и накопление их в днищах углублений. В дальнейшем этот материал посредством талых вод или силы тяжести удаляется. Разрушение грунта идет также в днищах понижений, что способствует превращению их в кароиды – блюдцевидные понижения полулунной формы. Размеры их доходят до нескольких метров ширины и до 1–3 м глубины. В больших кароидах летом образуются временные водотоки, питающиеся талыми водами снежников, которые выносят выветренный материал в низкие участки, образуя конусы выно-

са. Кароиды образуются обычно под перелетными и летными снежниками, в которых снег превращается в фирн. В деле углубления кароидов как во время таяния, так и после стаивания снега принимают участие дождевые воды. Талые воды разливают и удаляют почву под дерном без ее разрушения. На протяжении определенного времени взвешенный слой дерна под снегом обваливается, при этом благоприятствуя интенсивному таянию снега и дальнейшему расширению кароида. Нивационные кароиды морфологически отличаются от ледниковых; первые образуются более медленно, имеют небольшие размеры, плоское дно.

С высоты крутых склонов и уступов, окаймляющих верхнюю часть снежников, происходит непрерывное падение на снег разрушенных материалов, которые скапливаются в нижних частях снежников и образуют так называемые *валообразные накопления*. Внешне они похожи на морены, но здесь глыбовый материал неокатанный, остроугольный. Размеры глыб различны и зависят от степени разрушения пород и от величины уклона поверхности снега. Со временем в этих валах, благодаря морозному выветриванию, образуется значительное количество мелкозема. В дальнейшем площадь грубообломочного материала увеличивается и приобретает форму небольших террас. Уклоны нижней части террасы больше, чем верхней. После полного таяния снежника терраса отделяется от склона неглубоким понижением. Созданные нивацией микроформы рельефа в высокогорном поясе развиты повсеместно.

Криосолифлюкция. Это смещение (медленное течение) переувлажненных оттаивших почвогрунтов, возникающих в связи с промерзанием и оттаиванием мерзлых пород. Криосолифлюкционные процессы на территории РА развиваются на высокогорном поясе, на склонах ледниковых долин и в котловинах ледникового выпахивания. Они приурочены к многолетним и сезонномерзлым грунтам и развиваются под влиянием силы тяжести и уменьшения коэффициента внутреннего трения.

В литературе имеется упоминание о наличии в высокогорных районах многолетней мерзлоты [2]. Однако исследования [3,4] показывают, что многолетняя мерзлота имеет ограниченное распространение в виде отдельных небольших островков на высотах более 3800–3900 м, и, следовательно, на территории республики она играет весьма незначительную роль в качестве рельефообразующего фактора. Сезонная мерзлота наблюдается почти повсеместно, но более хорошо развита на высокогорном поясе. Преобладающая часть территории РА и Арцаха зимою подвержена воздействию отрицательных температур. Почвы и лежащие под ними грунты промерзают на некоторую глубину (см. табл., рис. 3). Как видно из таблицы, глубина сезонного промерзания различна и зависит в первую очередь от абсолютной высоты местности и климата, а также от состава и состояния пород, характера снежного покрова, экспозиции и уклона склонов, растительного покрова и т. д. В высокогорном поясе температуры грунтов на склонах северной и южной экспозиции на одной и той же высоте разнятся в пределах 6–10°С, поэтому экспозиция склона существенно отражается на мощности сезонной мерзлоты [5]. Наибольшее промерзание отмечено в рыхлых обнаженных породах, где свободно и глубоко проникает холодный воздух. Меньше промерзают глинистые грунты. В низких отметках сезонная мерзлота непродолжительная и маломощная (несколько см). С увеличением мерзлоты высота становится мощнее и продолжительнее. На более высоких отметках высоко-

го пояса мерзлый грунт сохраняется до конца июля, исчезает в августе и вновь появляется в конце сентября.

инфлюксия проявляется, начиная с высоты 2500 м на склонах север-500–2700 м – южной экспозиций. На высокогорном поясе снежный сходит раньше, чем происходит оттаивание сезонной мерзлоты. Та-ы не имеют возможности инфильтрироваться, и верхний слой мел-

Глубина промерзания почв* (см)

Станция	Высота в метрах	Средняя из наибольших	Наибольшая
Малый Кавказ			
Дилижан	1256	24	44
Кировакан	1350	41	74
Степанаван	1397	30	48
Калинино	1507	32	62
Лермонтово	1798	29	74
Красносельск	1861	39	88
Ширак			
Ленинакан	1556	89	130
Маралик	1706	47	91
Артик	1750	54	110
Джаджур, ж/д	1792	51	111
Амасия	1876	58	95
Шурабад	2004	56	100
Гукасян	2009	85	125
Арагатская котловина			
Арагат	819	13	37
Аргашат	829	17	41
Ереван, агро	942	25	54
Шамирам	1157	32	57
Арагац, ж/д	1254	39	73
Егварт	1317	30	79
Джрвеж	1410	26	42
Раздан	1765	37	92
Фонтан	1798	32	71
Апаран	1891	58	106
Анкаван	1957	20	33
Ератумбер	3101	134	169
бассейн оз. Севан			
Мазра	1940	33	72
Маргуни	1945	58	95
Камо	1961	61	101
Семеновка	2104	38	98
Яных	2334	84	110
Вайк			
Ехегнадзор	1267	36	79
Мартирос	1957	26	60
Зангезур			
Горис	1392	11	23
Сисиан	1580	54	88
Базарчай	2031	30	68
Сисианский пер.	2380	112	135

* Таблица составлена по данным [5], с. 158-159.

стой коры выветривания (деятельный слой) сильно увлажняется, ет, превращается в разжиженную массу и медленно стекает вниз.

Когда исчезает сезонная мерзлота, вода просачивается вглубь грунта и криосолифлюкционные процессы прекращаются.

Мощность стекающей толщи зависит не только от глубины сезонного протаивания, но и от уклонов склона. Она меньше (0,5–1,0 м) на крутых склонах ($>10^\circ$), где образуются сплывы, близкие по характеру к оползням, и больше (>1 м) на слабологих склонах ($3\text{--}10^\circ$) и имеет характер вязкого течения, захватывающего большие площади склонов, и менее подвижна.

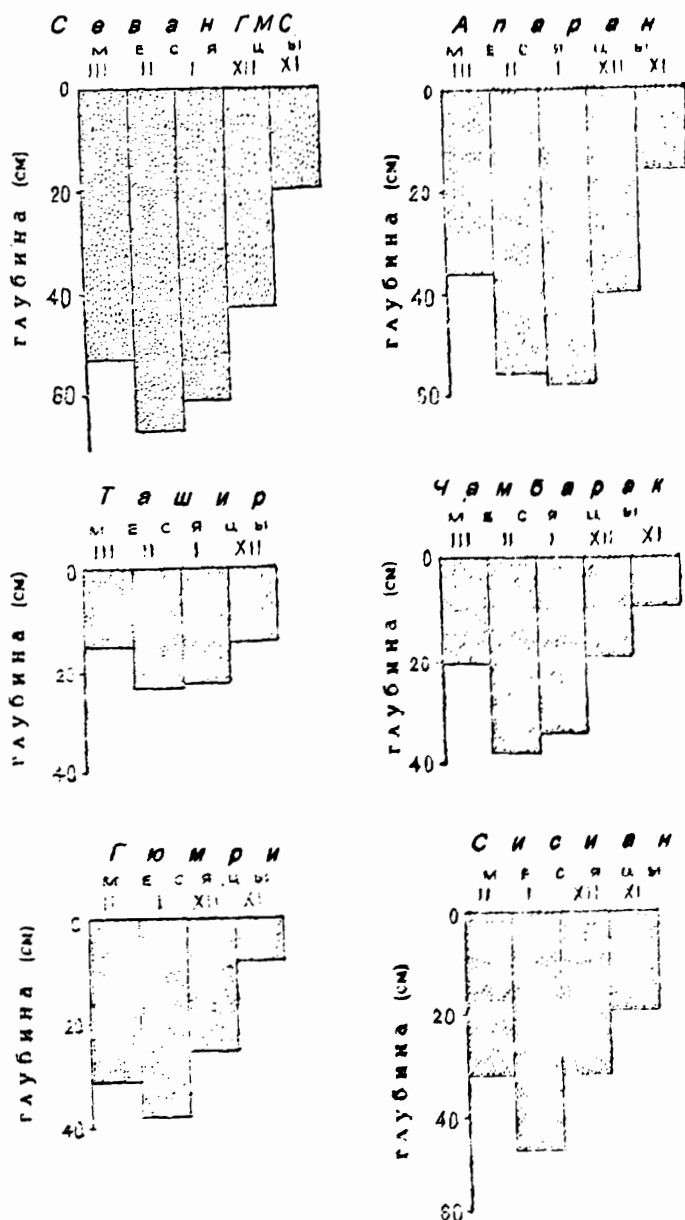


Рис. 3. Глубины промерзания почв.

На крутых склонах мелкозем легко вымывается талыми снеговыми водами, оставляя на месте лишь грубый обломочный материал, легко дренируемый, и поэтому мало способный к солифлюкционному движению. С другой стороны, слабонаклонные поверхности крутизной в 3° – 4° являются уже пределом, ниже которого солифлюкция не может осуществляться. Следует отметить, что солифлюкционными процессами охвачены только небольшие участки склонов и только там, где на поверхности грунта нет сильно сплетенного корнями дерна. В альпийском ландшафтном поясе рыхлые отложения (элювиальные, элювиально-делювиальные, гляциальные) обычно задерживаются, поэтому солифлюкция здесь не имеет широкого распространения. Они развиваются на сравнительно крутых склонах. По данным [6] медленная солифлюкция в Армении протекает со скоростью 10–30 мм/год.

Криосолифлюкция развивается также вокруг снежников. Одновременно с таянием снежника солифлюкция отступает и занимает участки под снежниками. После полного таяния снега верхний слой грунта под воздействием солифлюкции движется вниз и накапливается в отрезке нивационного базиса и при этом дает место дальнейшему выветриванию обнаженного грунта. Благодаря солифлюкционным процессам, на месте сошедших грунтов часто остаются сглаженные поверхности – *каменные мостовые*.

С криосолифлюкцией связано образование *солифлюкционных террас*. Длина их составляет несколько метров, ширина – 1–2 м, высота – 0,5–0,8 м. Обычно они бывают полукруглой формы, сложены из глинистых частиц, где значительную роль составляют коллоидные фракции. Крупнообломочный материал, как правило, расположен по краям террасы. Солифлюкционные террасы наиболее характерны и хорошо развиты на крутых (более 12 – 15°) склонах. Солифлюкционные микроформы рельефа нами наблюдались на склонах Арагаца, Зангезурского и Мравского хребтов.

Разновидностью криосолифлюкции на высокогорном поясе является медленное движение делювиальных чингилов.

Делювиальные чингилы представляют такой тип каменных россыпей и глыб, которые образовались в результате морозного выветривания и частично за счет вулканических взрывов [7]. Они оторваны от места своего образования и располагаются на элювиально-делювиальных отложениях, часто в силу того, что не могут преодолеть силу сопротивления трения, превращаются в неподвижные россыпи, похожие на элювиальные чингилы. На более крутых склонах они часто подвижны. В теплые месяцы талые воды проникают внутрь чингилов и способствуют их перемещению.

Смещение чингилов происходит под влиянием целого комплекса процессов – выпучивания каменного материала на поверхности, вымывания мелкозема из-под криообломочного слоя пород, замерзания воды в образовавшихся пустотах, сползания глыб. Немалая роль при движении чингилов принадлежит супесчано-суглинистой щебнистой массе, находящейся в основании и имеющей повышенную влажность, что облегчает вязкое течение всей массы глыб и обломков. Большую роль играет также подчингиловый лед. Скорость смещения чингилов колеблется от 0,35 до 47 см в год [8]. Данные [8,9] показывают, что на интенсивность смещения влияет крутизна склона, а при одинаковой крутизне – экспозиция. На склонах северо-восточной экспозиции смещение в два раза больше, чем на склонах юго-западной экспозиции.

Вследствие давления каменных масс на рыхлые элювиально-делювиальные отложения в последних образуются мелкие складки в виде валиков до 1–1.5 м ширины, параллельные фронту чингилов.

Морозное вспучивание. При промерзании грунта за счет влаги, находящейся в его порах, происходит увеличение объема грунта. Это явление известно под названием “морозное вспучивание”. Пучение чаще происходит на участках, с которых снег сдувается ветрами. В РА и Арцахе морозное вспучивание имеет незначительное распространение и приурочено в основном к днищам мелких котловин и расширенным участкам пойм троговых долин на высотах более 3000 м. Здесь бугры пучения обычно достигают 0.2–0.4 м высоты и развиваются на пылеватых суглинках и супесях.

Образование полигональных форм криолитозоны связано с процессом *морозобойного растрескивания пород*. При промерзании грунтов под действием напряжений возникают морозобойные трещины и образуются полигональные сети, которые ограничивают полигоны или многоугольники различных размеров от нескольких сантиметров до нескольких метров [10]. На месте морозобойного растрескивания образуются пятна-медальоны, каменные кольца, полигональные почвы и т. д. Указанные микроформы рельефа встречаются в высокогорных и привершинных плато вулканического нагорья, на сильно увлажненных участках. С сезонным локальным пучением связаны и возникновение *пятен-медальонов*, встречающихся как среди чингилов, так и на задернованных участках, сложенных мелкоземом. Медальоны представлены пятнами, лишенными дерна в диаметре 30–50 см, разделенными друг от друга полосами. Промерзание увлажненного мелкозема в данном случае приводит к выдавливанию его на поверхность по промежуткам между грубыми обломками или по трещинам.

При выпучивании грубых обломков из грунтов смешанного состава, протекающем вблизи морозобойных трещин, происходит их сортировка с образованием *каменных колец* с поперечником от 50 до 150 см. Мелкозернистые внутренние части колец приобретают выпуклую форму. При наклоне с углами падения 5–8° развитие склоновых процессов приводит к образованию колец эллипсоидной формы.

Наряду с каменными кольцами большое распространение имеют полигональные почвы, формирующиеся на плоских, слабонаклонных, покрытых дерном поверхностях, сложенных мелкоземом. Насыщенный влагой грунт во время морозов растрескивается и делится на ряд многоугольников (5–6 углов). Частая повторяемость замерзания и таяния приводит к концентрации большей части мелкозема в центре многоугольника, вследствие чего образуются выпуклые участки (бугры), отделенные друг от друга трещинками глубиной 20–30 см. Весенние талые воды днем заливают эти трещины и ночью, замерзая, расширяют их. Диаметр полигональных почв, по нашим измерениям, колеблется от 40 до 70 см, а высота их – 20–50 см. После стаивания сезонной мерзлоты и повышения среднесуточной температуры воздуха выше 0°С полигональные почвы подвергаются смыву.

Таким образом, в высокогорном геоморфолого-ландшафтном поясе РА и Арцаха определенную рельефообразующую роль выполняют криогенные процессы. Они образуют многочисленные микро- и отчасти мезоформы рельефа и рыхлые осадочные отложения различного гранулометрического состава.

Главной задачей изучения криогенных процессов является выявление условия формирования, географического распространения сезонной мерзлоты, динамики развития, состава, свойства замерзающих, мерзлых и оттаивающих почв, грунтов и горных пород, а также методов и способов воздействия на мерзлоту в интересах народного хозяйства.

Для управления мерзлотными процессами в целях выработки методов искусственного воздействия на мерзлоту и устранения ее вредных влияний на различные инженерные сооружения, разработаны нормы и руководства для проведения соответствующих работ. При строительных работах необходимы тщательные инженерно-геологические, геоморфологические и климатические исследования территории.

Для определения и заложения фундаментов (ЛЭП, телефонные линии) и подземных коммуникаций (газопроводов) необходимо учитывать глубину сезонного промерзания.

При картировании криогенного рельефа необходимо горизонталями подчеркнуть замкнутый характер форм микрорельефа, которые изображаются на всех картах в масштабе до 1:25000 включительно. Хорошие результаты дают дешифрования аэроснимков.

При организации сельскохозяйственных работ в поясе интерес представляет глубина летнего оттаивания почвы. Залегание и глубина водонепроницаемого слоя сезонной мерзлоты приводят к перенасыщению верхних горизонтов почвы влагой и заболачиванию, ограничивают мощность корнеобитаемого слоя, задерживают развитие высших растений и микробиологические процессы в почве. Для сельскохозяйственного использования, освоения почвы с близким горизонтом слоя мерзлоты необходимо проведение тепловых мероприятий (внесение органических удобрений в почву).

Правильное использование пастбищ позволяет как поднять продуктивность самих пастбищ, так и замедлить смыв почв. Криогенным процессам и разрушению почвенно-растительного покрова способствует также неправильный выбор проходов и грунтовых дорог как для колесного, так и гусеничного транспорта и других с/х машин (транспортная эрозия).

Экоцентр НАН РА, ЕГУ, АРГУ

Поступила 13.06.2000

ЛИТЕРАТУРА

1. Геворкян Ф.С., Хачатрян Г.С. Современные экзогенные рельефообразующие процессы высокогорного пояса Арм. ССР. – Уч. запис. ЕГУ, 1978, N2, с. 133–138.
2. Мириманян Х.П. Вечная мерзлота в Арм. ССР – Доклады АН ССР, 1934, т. III, N3.
3. Габриелян Г.К. К вопросу вечной мерзлоты в Арм. ССР. – Изв. АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, 1962, N 2, с. 59–68.
4. Бойнагрян В.Р. Полигоны морозного растрескивания в верховьях р. Агстев на высоте 2000 м и причина их образования. – Уч. запис. ЕГУ, 1987, N3, с. 147–149.
5. Агроклиматические ресурсы Арм. ССР. Ер., 1976, с. 158–159.
6. Бойнагрян В.Р. Высотная поясность склоновых процессов в горах Армянского нагорья и некоторые особенности развития их склонов. – Геоморфология, 1990, N4, с. 49–57.
7. Габриелян Г.К. Чингилы Армянского нагорья. – Природа, 1961, N4, с. 99–100.
8. Бойнагрян В.Р. Оценка смещения чингиллов в высокогорной зоне Армении. – В кн.: Геоморфологические процессы и окружающая среда. Количественный анализ взаимодействия. Казань; Изд-во Казанского ГУ, 1991, с. 22–24.
9. Бойнагрян В.Р. Изучение смещения делювиальных чингиллов (каменных россыпей) в Армении. – Изв. РАН, Наука о Земле, 1997, N1–2, с. 99–103.
10. Щукин И.С. Общая геоморфология. М.: Изд-во МГУ, 1964, т.2.

ՌԵԼԻԵՖԱՄՈՒՋԱՑՆՈՂ ԿՐԻՈԳԵՆ ԷԿՁՈՂԻՆԱՄԻԿ ՀԱՄԱԿԱՐԳԸ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ ԵՎ ԱՐՑԱՆՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո մ

Արտածին ձևադիմամիկ կրիոգեն համակարգը հանդիսանում է ՀՀ և Արցախի տարածքի բարձր լեռնային (2000 մ-ից բարձր) գեոմորֆոլոգական դաֆտային գոտու ռելիեֆառաջնող առաջատար գործոններից մեկը: Հողվածում քննարկվում են կրիոգեն պրոցեսների տարբեր ենթատիպերի զարգացման կլիմայական նախադրյալները, էությունը, բնույթը և առանձնահատկությունները, նրանց ստեղծած ռելիեֆի միկրոձևերը և փուխը նստվածքները: Նիվացիայի հետ է կապված միվացիոն իջվածքների, կարտիդների, արտաբերման կոների առաջացումը, իսկ կրիոսոլիֆյուկցիայի հետ՝ դարավանդների առաջացումը և դելյուվիալ շինգիլների դանդաղ շարժումը: Գլուստների սառչելու և հալքի հետ է կապված սեզոնային սառցույթի շրջաններում մեղալիոնների, քարային օղերի, բազմանկյուն գետիների առաջացումը:

Կրիոգեն պրոցեսները բացասաբար են անդրադառնում մարդու տնտեսական գործունեության վրա: Այդ պատճառով անհրաժեշտ է կատարել մանրամասն ուսումնասիրություններ, խոշոր մասշտաբի քարտեզագրական աշխատանքներ և մշակել բնապահպանական միջոցառումների ծրագիր:

F. S. GEVORKIAN, R. KH. GAGINIAN, YU. A. ARAKELIAN

CRYOGENIC EXODYNAMIC SYSTEM OF RELIEF FORMATTING
IN ARMENIA AND ARTSAKH

Summary

Initiating cryogenic exodynamic system is one of the most progressive geomorphologic factors of relief formatting in landscape of Armenia and Artsakh highland zone (altitudes over 2,000 m). The article surveys climatic preconditions for developing of different cryogenic processes sub-types, their essence, nature and differences as well as microforms and sediments evolving alongside with them. Nivation is responsible for slips, Karrooids, scratched-up cones whereas cross-solifluxion causes slow movement of alluvial shingles and hillocks erecting. Polygonal gettings, stone rings, medallions originate from the ground freezing and thawing in periods of seasonal frosts.

Cryogen processes carry negative impact on economic activities of man. This fact calls for detailed studies, wide range works for map drawing and drafting of nature protection program.