

География

УДК 551.4 (479.25)

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БАСЕЙНА Р. МАРМАРИК.
ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

В. Р. БОЙНАГРЯН *

Кафедра картографии и геоморфологии ЕГУ, Армения

Рассмотрены условия и причины формирования экзогенных процессов, распространенных на территории бассейна р. Мармарик. Обсуждены состав выветривающихся горных пород, их фильтрационная способность, значительные суточные колебания температуры воздуха, высокая расчлененность горных склонов, их крутизна и форма, большие абсолютные высоты рельефа и наличие высотной поясности, характер растительного покрова и устойчивость почв к эрозии, а также нарушение человеком равновесного состояния природы, провоцирующее формирование опасных экзогенных процессов.

Keywords: exogenic processes, ravines, landslides, debris flows, stream erosion.

Введение. Каждый речной бассейн характеризуется определенным набором экзогенных процессов в зависимости от геологического строения (литологического состава горных пород, степени их раздробленности, трещиноватости, устойчивости к процессам выветривания, водопроницаемости и т.п.), особенностей климата (количества и режима выпадения осадков, колебаний температуры в течение дня и года и др.), абсолютных высот местности, крутизны и экспозиции склонов и т.п. В этом отношении бассейн р. Мармарик выделяется многообразием распространенных здесь экзогенных процессов, часть из которых относится к опасным, а другие имеют слабую интенсивность и не представляют опасности для человека и созданных им инфраструктур.

Основной целью данной статьи является показать на примере определенного бассейна (в нашем случае – бассейна р. Мармарик) распространение и развитие экзогенных процессов и выявить основные закономерности и причины их формирования.

Материалы и методы исследования. В работе использованы полевые наблюдения автора в данном бассейне на протяжении более 45 лет, результаты дешифрирования аэрофотоснимков масштаба 1:25 000 и анализа топографических карт масштабов 1:25 000 и 1:100 000, данные многочисленных буровых скважин, пробуренных в бассейне в разные годы Управлением геологии Армении; климатические и гидрологические справочники; тематические и общие атласы Армении и др.

* E-mail: vboynagryan@ysu.am

Результаты исследования и обсуждение. Литологический состав горных пород, распространенных на левобережье и правобережье бассейна, отличается друг от друга своей устойчивостью к процессам выветривания, а также коэффициентом фильтрации (K_f), что отражается на интенсивности эрозионного расчленения склонов, образовании рыхлого материала, способного вовлекаться в перемещение водными потоками или склоновыми процессами.

Породы, слагающие склон южной экспозиции Памбакского хребта, относятся к твердым (скальным) разновидностям с высокой плотностью ($2,65\text{--}3,10 \text{ г/см}^3$) и незначительной (доли процента) пористостью. Они водопроницаемы только по трещинам, монолитные разности имеют $K_f=1\cdot 10^{-5}\text{--}1\cdot 10^{-8} \text{ см/с}$. Поэтому дождевые и талые снеговые воды почти полностью идут на формирование поверхностного стока. Одновременно широко распространенные здесь гранодиориты в климатических условиях Армении довольно быстро разрушаются, превращаясь из плотной скальной породы в труху, состоящую из дресвы, крупнозернистого песка и небольшого количества глинистого материала. Слабая устойчивость гранодиоритов в условиях высоких суточных амплитуд температуры воздуха наглядно проявилась в придорожных откосах на левом берегу долины р. Мармарик спустя 2–3 года после прокладки (подрезки склона, выработанного в гранодиоритах) новой дороги, которую строители перенесли на склон с первой надпойменной террасы, перед сооружением Мармарикского водохранилища в конце 60-х годов XX века.

Среди пород склона северной экспозиции Цахкуняцкого хребта много разновидностей средней плотности ($2,20\text{--}2,65 \text{ г/см}^3$), относительно высокой пористости (до 10–15%) и с большим K_f ($1\cdot 10^{-3}\text{--}1\cdot 10^{-1} \text{ см/с}$). Поэтому поверхностный сток здесь формируется в меньших объемах по сравнению со склоном Памбакского хребта.

На темп и характер выветривания горных пород в бассейне р. Мармарик (как и повсюду в горных странах) существенное воздействие оказывают климат и тектонический режим, действующий через рельеф. Здесь довольно высокая интенсивность солнечной радиации ($55\text{--}60 \text{ ккал/см}^2/\text{год}$), большие суточные колебания температуры воздуха (до $20\text{--}25^\circ\text{C}$), а годовая амплитуда превышает 60°C . Годовое количество осадков составляет $800\text{--}900 \text{ мм}$ и более в верховьях и $800\text{--}600 \text{ мм}$ – в среднем и нижнем течениях [1]. При этом летом после довольно жаркого дня нередко отмечаются интенсивные ливни (иногда с градом). Прохладная вода, падающая на разогретую поверхность горных пород, ускоряет их физическое выветривание и удаление выветренного рыхлого материала с крутых горных склонов, обнажая новые участки скальных пород для дальнейшего воздействия на них солнечной радиации и осадков. Выветривание обычно усиливается при большем количестве осадков, т.к. в этом случае в приповерхностных горизонтах горных пород интенсивнее происходит водообмен, и в воде оказывается большее содержание различных агрессивных по отношению к породе веществ, что является общей закономерностью [2].

Наши полевые наблюдения, анализ аэрофотоснимков и топографических карт крупного масштаба показали, что приводораздельные участки верховий всех водотоков бассейна значительно расчленены овражной сетью, большей частью полностью обнажены или покрыты маломощным дерновым покровом, что способствует при ливневых осадках и интенсивном снеготаянии *усиленному плоскостному смыву* рыхлообломочного материала, накопившегося на

склонах от выветривания горных пород. Иногда темпы смыва опережают темпы выветривания пород, поэтому мощность зоны выветривания там минимальная, много выступов обнаженных скальных пород, незатронутых процессами выветривания. Такая ситуация характерна повсеместно для горных регионов с расчлененным рельефом и в условиях континентального климата [3] и встречается во многих районах Армении.

Наличие активного плоскостного смыва на обнаженных участках бассейна подчеркивается отсутствием на них мелкозема и, наоборот, преобладанием крупных обломков (“перлювия склона” или “отрицательного” делювия [4]). Отмечается также хорошая отсортированность в струях песчаного материала по крупности и удельному весу минералов – накопление черных шлихов в верхней части струй. Такую картину автор наблюдал повсеместно в Армении на участках интенсивного плоскостного смыва [5].

Полевые наблюдения показали, что плоскостному смыву хорошо противодействует плотный растительный покров с разветвленной корневой системой, которая задерживает воду и повышает стойкость почвы. При этом невысокий растительный покров способствует уплотнению почвы и увеличивает поверхностный сток, а пышная растительность снижает скорость водного потока вблизи грунта и предохраняет его от смыва. В бассейне р. Мармарик склоны южной экспозиции Памбакского хребта с участками степных ландшафтов (плотный растительный покров и горно-степные коричневые, типично остаточные-ненасыщенные почвы [6]) довольно хорошо противостоят не только плоскостному смыву, но и линейной эрозии. Последние развиваются только на крутых и обнаженных участках склона.

Степень эродированности склонов бассейна довольно высокая: в верховьях водотоков – 45–70%, на левобережье – более 70% и лишь правобережье выделяется невысокой эродированностью – 25–45% [1].

В водораздельных участках склона южной экспозиции Памбакского хребта *наряду с широким распространением плоскостного смыва и интенсивной линейной (овражной) эрозии* много скальных обрывов, высота которых неред-



Рис. 1. Космический снимок элювиальных (на водораздельной поверхности) и делювиальных (на склоне) каменных россыпей (чингилы) на левобережье р. Артаваз-1.

ко превышает несколько десятков метров. Скальные обрывы, но меньшей высоты, приурочены также к средним и нижним участкам склонов, где они приобретают выпуклый профиль. С ними, а также с откосами автомобильных дорог связаны обвалы горных пород и осыпи (*обвальные и осыпные процессы*). Величина глыб обвалов нередко превышает $3 \times 3 \times 5$ м.

В верховьях р. Артаваз-1 (ранее – Кярхана-Дереси, правый приток р. Мармарик), в верхней части склонов и на водораздельной поверхности распространены каменные россыпи (чингилы), состоящие из глыб размерами до $2 \times 2,5 \times 3$ м. Склоновые чингилы медленно, со скоростью от 4 до 50 см/год (измерения автора), ползут вниз по склону, формируя вытянутые поло-

сы каменного материала – каменные реки (рис. 1).

Здесь же, часто до середины лета, на затененных участках склона северной экспозиции Цахкуняцкого хребта, на высотах примерно 2600–2700 м, сохраняются снежники, которые становятся причиной формирования нивальных ниш (результат *нивальных процессов*). С высоты 2600–2700 м на этом же участке хорошо проявляются связанные с сезонной мерзлотой следы *солифлюкции*, выраженные в виде смещений дерна с разрывом и без разрыва дернины, натекания грунта на выступы камней и перетекание через них, натечных “террасок”, заполнения “карманов” между крупными глыбами и склоном и других микроформ рельефа [7].

На залесенных и задернованных участках (с плотной степной растительностью – горно-степные ландшафты) в развитии склонов преобладает *процесс дефлюкции*, который из-за своей массовости имеет существенное значение в смещении почвенно-грунтовых масс и снабжении рек бассейна обломочным материалом. Этот процесс в бассейне р. Мармарик усиливается весной в период активного снеготаяния и в периоды затяжных дождей. Кратковременные дожди даже большой интенсивности не успевают сильно увлажнить грунты на склонах из-за большой их крутизны и слабой инфильтрационной способности поверхностного суглинистого горизонта – вода стекает вниз по склону, почти не просачиваясь. Некоторый импульс дефлюкционному смещению на склонах в бассейне придают температурные изменения объема грунта, а также его прогрессирующее высыхание летом и соответствующее изменение его объема с некоторым смещением вниз по склону [8].

Дефлюкционное смещение склонового рыхлообломочного покрова в бассейне р. Мармарик, как и по всему Армянскому нагорью, проявляется в виде мелковолнистого микрорельефа склонов, разрывами дернины и образованием зачаточной тропинчатости, искривлением стволов деревьев и корневищ многолетних растений, заполнением “пазух” между верхней частью склона и стволами крупных деревьев или глыбами, нависанием дернины над уступами дорожных откосов и подпорных стенок и др. [5].

Значительная эродированность склонов бассейна в верховьях и на левобережье, а также их высокая расчлененность оврагами и нередко близкий к перистому типу рисунок притоков, а также большое падение их русел может способствовать *формированию селей* при интенсивном снеготаянии (ср. высота снежного покрова составляет 70–80 см [9]) и сильных ливнях. Для левобережья бассейна характерны средняя селеносность (5–15 тыс. $\text{м}^3/\text{км}^2$) и средняя опасность (один сель за 3–10 лет), а для правобережья – слабая селеносность (менее 5 тыс. $\text{м}^3/\text{км}^2$) и неопасность [1]. Все прошедшие в бассейне р. Мармарик сели имели водокаменный характер и были связаны с ливневыми осадками, т.к. снеготаяние в бассейне до сих пор происходит в основном постепенно. Формирование селей отмечалось [10]:

1) по р. Цахкамарг (ранее Улашик) – 29.07.1959, среднее падение русла составляет 82,5 м/км (здесь и ниже измерения автора); сели вынес каменный материал диаметром 0,7 м;

2) по р. Артаваз (ранее Такярулу) – 1914 г. и 1951 г., среднее падение русла составляет 131,4 м/км; каменный материал диаметром 1,2–2 м;

3) по р. Пюник (ранее Ахундов) – 1948 г. и 1959 г., среднее падение русла составляет 61 м/км; каменный материал диаметром 0,8–1,2 м.

Твердая фаза селей в бассейне формируется за счет плоскостного смыва со склонов материала выветривания горных пород, овражного аллювия, размыва отвалов горных выработок, осыпей и оползней. Большое падение русел многих логов, расчленяющих склон южной экспозиции Памбакского хребта (левобережья бассейна), способствует тому, что при ливнях даже кратковременной продолжительности эти лого выносят из своих бассейнов ощутимое количество гравийно-дресвяного и мелкощебеночного материала, который покрывает полотно автодороги слоем толщиной до 15–20 см. Такие небольшие распластанные конусы выноса логов отмечались нами неоднократно в разные годы у сс. Артаваз, Пюник и на окончаниях безымянных логов на участке от с. Анкаван до с. Меградзор.

Среди опасных экзогенных процессов в бассейне р. Мармарик значительная доля принадлежит оползням, которые распространены в основном на правобережье, что связано со значительной крутизной склона северной экспозиции Цахкуняцкого хребта и его выпуклым профилем, а также выходами многочисленных родников по простиранию Анкаванского разлома и, естественно, он сам. Самый крупный из них представлен древним оползнем-блоком размером 1,5×2 км примерно в 1 км вниз по течению от с. Анкаван, который в свое время отеснил русло р. Мармарик почти на 0,5–0,75 км на север. Он хорошо опознается на местности и по топографическим картам масштабов 1: 25 000 и 1: 100 000 по наличию стенки срыва, характерному рельефу поверхности, наличию оползневого “языка”, круто спускающегося к руслу реки, и другим характерным чертам. В настоящее время на отдельных участках поверхности этого оползня сформировались активные оползни второго и третьего порядков со своими стенками срыва, многочисленными трещинами растяжения, хорошо оформленными телами и “языками”, продвинувшимися вплоть до первой надпойменной террасы на участке отделения бывшего совхоза Атарбежский.



Рис. 2. Космический снимок оползневого участка на левом борту р. Артаваз-1; стенка срыва крупного оползня совпадает с подрезкой склона и прокладкой автодороги.

Другой активный оползневой участок занимает левый склон долины р. Артаваз-1, впадающей в р. Мармарик чуть ниже плотины водохранилища. Еще в начале 70-х годов XX века здесь не было признаков оползневой активности. Лишь выходы родников обильно питали водой заболоченное пространство между подножием склона и грунтовой дорогой. Однако после строительства коттеджей дома отдыха на скалистом выступе и прокладки асфальтированной дороги сформировались два оползня со своими стенками срыва, четко очерченными телами с трещинами растяжения и неровным рельефом поверхности. Видна и причина формирования оползней – автодорога

была проложена посредством срезки склона и отсюда же началось смещение грунтовых масс (рис. 2). С каждым годом стала возрастать высота стенки срыва, увеличиваются ширина и количество трещин растяжения. На

сегодняшний день здесь имеется довольно крупный и активный оползень и рядом второй, чуть поменьше.

Еще один относительно крупный оползень был сформирован на правом склоне долины р. Мармарик, напротив устья р. Цахкамарг. Четко просматривались стенка срыва, оползневое тело с заболоченной поверхностью и “язык” оползня. В настоящее время тело этого оползня частично затоплено водами Мармарикского водохранилища (рис. 3).



Рис. 3. Частично затопленное водами водохранилища тело оползня выше по течению от створа плотины (фото автора).

Небольшие поверхностные оползневые смещения (оползни-сплывы) встречаются на правом борту долины р. Артаваз, на участке от вершины его конуса выноса до нижнего конца моренных накоплений. Здесь оползневые смещения приурочены к Артавазскому разлому. Смещается выветренная толща гранодиоритов по смазываемой обильными выходами грунтовых вод поверхности неизменных пород (типичный консеквентный оползень [11]). Поверхностные сплывы небольшой мощности есть также на правобережье р. Мармарик, в ее нижнем течении, от участка напротив с. Меградзор вплоть до ее устья [5].

Речная эрозия более заметна в долине самой р. Мармарик и связана обычно с экстремальными подъемами уровня воды в русле. Периодически эродируется склон первой надпойменной террасы чуть выше учебной базы университета, на участке яблоневого сада. Здесь величина размыва не превышает за несколько лет 0,3–0,5 м. Мелкозем уносится водным потоком, а на месте остается валунно-галечный материал, что подчеркивает возрастание ширины русла за счет боковой эрозии.

Выводы. Экзогенные процессы в бассейне р. Мармарик в целом будут и в дальнейшем развиваться на тех же участках, что и сейчас. Некоторые изменения в природную среду бассейна внесет введенное в строй Мармарикское водохранилище. Речная эрозия ниже плотины фактически сойдет на нет, т.к. величина водного потока будет регулироваться. Уже сейчас началось заиление водохранилища за счет взвешенных наносов, выносимых р. Мармарик с участка бассейна выше створа плотины, что составляет примерно 20–40 т/км² (мутность – 50–100 г/м³), при этом значительная доля взвешенных наносов поступает в реку с ее левобережья [12]. На некоторых участках наблюдается заболачивание мелководных заливов. *По правому борту водоема следует ожидать активизации оползневых процессов* (склон здесь будет находиться в состоянии периодического увлажнения-высыхания при изменениях уровня воды в течение года, что очень опасно с точки зрения устойчивости склона). По всему периметру водохранилища будут формироваться новые микроформы рельефа (абразионные ниши и уступы, узкие пляжи, терраски и др.).

Поступила 31.01.2019

Получена с рецензии 17.02.2019

Утверждена 05.03.2019

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный Атлас РА. Ер.: Изд-во Центр геодезии и картографии, 2007, 232 с.
2. **Ломтадзе В.Д.** Инженерная геология. Инженерная петрология. Л.: Недра, 1984, 511 с.
3. **Страхов Н.М.** Основы теории литогенеза. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1960, 212 с.
4. **Шанцер Е.В.** Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. М.: Наука, 1966, 239 с.
5. **Бойнагрян В.Р.** Геоморфология Армянского нагорья. Ер.: Асогик, 2016, 650 с.
6. Атлас почв Республики Армения. Ер.: Изд-во Мин-ва сельского хозяйства РА, НИИ почвоведения и агрохимии, 1990, 65 с.
7. **Бойнагрян В.Р.** Склоны и склоновые процессы Армянского нагорья. Ер.: Изд-во ЕГУ, 2007, 280 с.
8. **Бойнагрян В.Р.** Высотная поясность склоновых процессов в горах Армянского нагорья и некоторые особенности развития их склонов. // Геоморфология, 1990, № 4, с. 49–57.
9. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. XIII. Армянская ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1987, 304 с.
10. Каталог селеопасных рек на территории Северного Кавказа и Закавказья. Тбилиси: Гидрометеиздат, 1969, 340 с.
11. **Ломтадзе В.Д.** Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л.: Недра, 1977, 479 с.
12. Атлас природных условий и естественных ресурсов Республики Армения. Гидрология. Ер.: Изд-во ИГН АН РА, 1990, 68 с.

Վ. Ռ. ԲՈՅՆԱԳՐՅԱՆ

ՄԱՐՄԱՐԻԿ ԳԵՏԻ ԱՎԱԶԱՆԻ ԳԵՈՄՈՐՖՈԼՈԳԻԱԿԱՆ
ՎԵՐԼՈՒԹՈՒԹՅՈՒՆ: ԱՐՏԱԾԻՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՆԵՐ

Ամփոփում

Դիտարկվում են Մարմարիկ գետի ավազանում տարածված արտածին գործընթացների ձևավորման պայմաններն ու պատճառները: Քննարկված են հողմնահարվող լեռնային ապարների կազմը, դրանց ֆիլտրացիոն գտման ունակությունը, օդի ջերմաստիճանի օրական մեծ տատանումները, լեռնային լանջերի բարձր մասնատվածությունը, դրանց ձևը և թեքությունը, ռելիեֆի բացարձակ մեծ բարձրությունը և բարձրադիր գոտիականությունը, բուսածածկի բնույթը և հողերի կայունությունը ընդեմ էրոզիայի, մարդու կողմից բնության հավասարակշռության խախտումը, ինչը խթանում է վտանգավոր արտածին գործընթացների ձևավորումը:

V. R. BOYNAGRYAN

GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS
OF THE MARMARIK RIVER BASIN. EXOGENIC PROCESSES

Summary

The conditions and causes of formation of exogenic processes that are wide spread in the basin of the Marmarik River are considered. The composition of weathering rocks, their filtration ability, considerable daily fluctuation in air temperature, high partition of mountain slopes, their gradient and shape, large altitudes of the relief and existence of vertical differentiation, nature of plant cover and erosion stability of soils, as well as a breach of nature by humans provoking the formation of dangerous exogenic processes are discussed.