

*География*

УДК 556.166:535.6 (479.25)

ПРИРОДНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НАВОДНЕНИЙ  
И СЕЛЕЙ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ДЕБЕД  
(Лорийская область, Армения)

В. Р. БОЙНАГРЯН \*

*Кафедра картографии и геоморфологии ЕГУ, Армения*

Выявлены природные предпосылки возникновения наводнений и селей в бассейне среднего течения р. Дебед, на участке от устья р. Дзорагет до Айрума, где 25–26 мая 2024 г. в результате выпадения обильных осадков (60% месячной нормы) произошло сильное наводнение со значительными разрушениями и человеческими жертвами. Этими предпосылками являются наличие обнаженных и крутых склонов, большое количество оврагов, легко размываемых щебеночно-супесчаных и щебеночно-суглинистых грунтов, ливневый характер осадков, нередко сопровождающихся крупным градом.

Наибольшая предрасположенность к поступлению воды и твердой составляющей для формирования наводнений и селей характерна левобережью бассейна р. Дебед, особенно рекам Лалвар, Ерицванд и Качачкут. Правобережье почти полностью залесено, здесь некоторый соответствующий потенциал имеют только реки Шнох и Кистум за счет большого количества оврагов в своих верховьях.

По методу В.П. Филисофова определен порядок всех рек бассейна р. Дебед от истока р. Памбак до государственной границы у Айрума. Пятый порядок имеют 15 рек, шестой порядок – 6 рек (Лернаджур, Тандзут, Аларекс и Марц – на правобережье; Дзорагет и Чичкан – на левобережье), седьмой порядок – р. Дебед (эти порядки соответствуют карте масштаба 1:25 000).

Для предотвращения разрушения дорог предлагается укрепление вогнутых участков берега на излучинах русла капитальными бетонными стенками или наброской крупных бетонных блоков. Одновременно для меньшего поступления воды при сильных ливнях со склонов в русла водотоков необходимо залесение обнаженных склонов левобережья.

<https://doi.org/10.46991/PYSUC.2024.58.3.190>

**Keywords:** concrete wall, debris flow, flood, meanders, ravines.

**Введение.** Наводнения и сели представляют собой одно из грозных природных явлений, наносящих колоссальный ущерб антропогенным объектам и часто сопровождающихся многочисленными человеческими жертвами. В последние несколько лет повсеместно в мире наблюдаются значительные изменения климата, что проявляется в увеличении количества и частоты

\* E-mail: [vboynagryan@ysu.am](mailto:vboynagryan@ysu.am)

катастрофических наводнений и селей, связанных с выпадением нескольких месячных норм осадков за короткий промежуток времени и, соответственно, с резким подъемом уровня воды в реках [1–6]. Разрушительные наводнения и селевые потоки в Таджикистане (апрель 2014 г.), Кыргызстане (конец мая 2016 г.), Колумбии (1 апреля 2017 г.) и других горных районах сопровождались многочисленными разрушениями и человеческими жертвами [7]. Обильные осадки летом 2022 г. [8] спровоцировали оползни и образование селей в Индии, Пакистане, Швейцарии, Перу, Эквадоре, Чили, Грузии (с. Шови, 4 августа 2023 г.). Достаточно высок риск наводнений и селевых потоков и в Армении, что обусловлено горным характером рельефа республики, частыми проливными дождями (часто с градом), активным физическим выветриванием горных пород и накоплением на склонах неустойчивого рыхлого материала в качестве источника твердой составляющей селей.

**Район исследования** представлен бассейном среднего течения р. Дебед, откуда в конце мая 2024 г. во время экстремальных осадков за короткий промежуток времени в главную реку поступили большие объемы воды, вызвавшие резкий подъем уровня реки и наводнение, которое причинило значительный ущерб транспортной инфраструктуре.

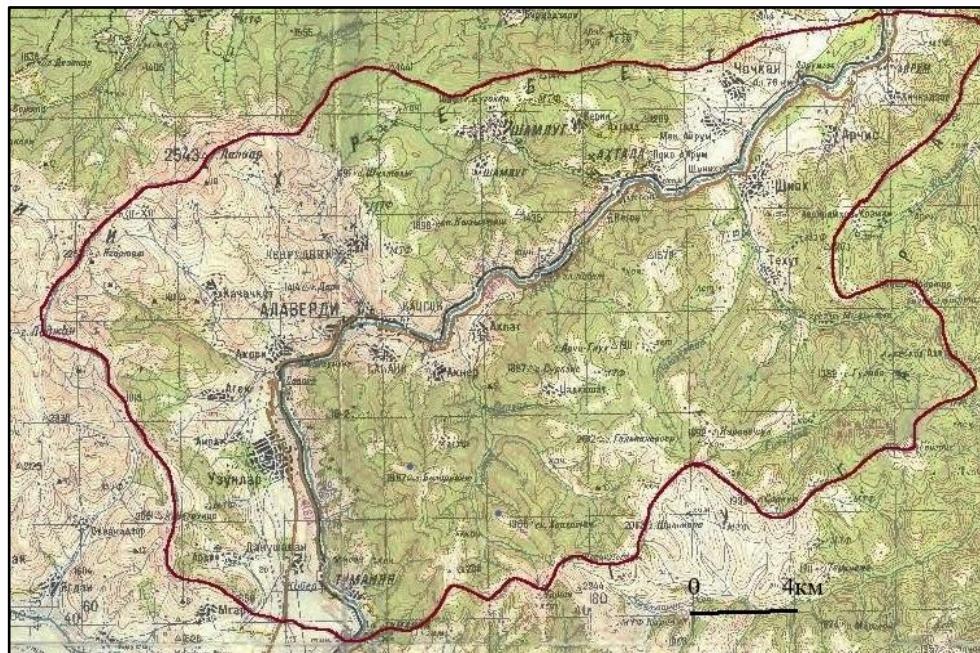


Рис. 1. Топографическая карта масштаба 1:200 000 участка наводнения 25–26 мая 2024 г. на р. Дебед.

Основными орографическими единицами данного района являются хребты Вираайоц (на севере и западе) и Гугарац (на юго-востоке). Левобережные склоны бассейна на участке исследований довольно крутые (преобладают склоны с углом наклона 20–30°), расчлененные глубокими ущельями, примерно 50% из них обнажены (лесной покров имеется в основном на участке

Шамлуг–Ахтала). Правобережные склоны характеризуются чуть меньшей крутизной и значительной (до 80%) залесенностью, что способствует меньшему стоку выпадающих на них осадков и меньшей селеактивности дренирующих их водотоков. Отмечается также некоторая асимметрия склонов – левобережные склоны имеют меньшую длину, чем правобережные (рис. 1).

На данном участке бассейна распространены породы верхнего плиоцена ( $N_2^2$ ) – долеритовые и оливиновые базальты, озерные и озерно-аллювиальные пески; среднего эоцена ( $Pg_2^2$ ) – вулканогенно-терригенный флиш (туфопесчаники, туфобрекции, известняки, глины, потоки андезитов); нижней–средней юры ( $J_1$ – $J_2b$ ) – морские осадочные отложения, вулканогенно-осадочные породы, андезиты, диабазы, андезито-дацитовые туфы; крупная интрузия лейкократовых гранитов верхней юры–нижнего мела ( $J_3$ – $K_1$ ) расположена у Техута (бассейн р. Шнох) [9].

Климат умеренно-влажный, весна и осень дождливые, летом дожди выпадают в виде ливней (нередко с градом), снежный покров достигает 20–30 см, а в горах – 3–6 м. Питание р. Дебед смешанное – талые и дождевые воды, а также воды родников, выходящих из-под лав. Половодья отмечаются весной и осенью, но имеют непостоянный характер. Основной подъем уровня воды отмечается весной. Весенний расход превышает зимний более чем в 100 раз и вызывает катастрофические разрушения.

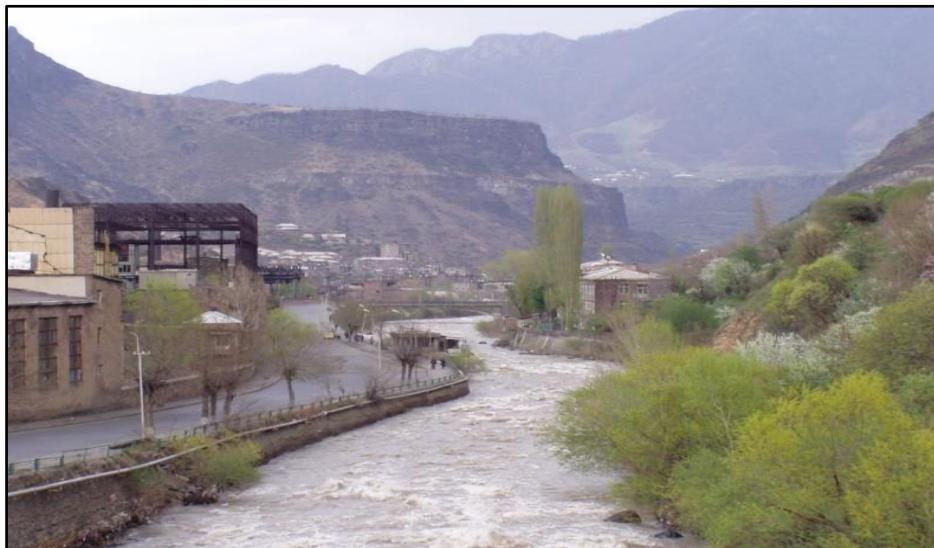


Рис. 2. Река Дебед до наводнения в пределах города Алаверди.

Река Дебед является крупнейшей водной артерией области Лори (рис. 2). Она берет свое начало у Джаджурского перевала (если считать ее началом исток р. Памбак), из родника на восточном склоне седловины. Длина реки в пределах Армении составляет 152 км (общая длина 178 км), площадь водосборного бассейна в РА – 3790 км<sup>2</sup> (общая – 4080 км<sup>2</sup>). Дебед считается самой многоводной горной рекой Армении и самой крупной горной рекой в бассейне

р. Кура. Ширина русла составляет 20–25 м (местами – 10 м), глубина – 0,5–1,0 м, скорость течения – 0,7–1,0 м/с. Местами в русле встречаются небольшие островки, сложенные галечником.

Верхний участок долины совпадает с западной частью протяженного Памбак-Севанского разлома. Здесь долина реки широкая, имеется серия надпойменных террас. На участке между с. Ваагни и г. Алаверди река протекает по глубокому (250–350 м) каньону, врезанному в лавы и подстилающие их порфиры.

От с. Акори р. Дебед резко поворачивает на СВ и течет в этом направлении вплоть до Айрума. На этом участке долина реки у Санайна, Ахпата, Ахталы и Арчиса отклоняется к ССЗ примерно на 1 км и формирует несколько вытянутых по направлению течения вынужденных извилин (огибает подножия отрогов хребтов Вираайоц с СЗ стороны и Гугарац – с ЮВ стороны) радиусом 0,5–1,0 км (рис. 1).

Наиболее крупными притоками р. Дебед в пределах исследованного района являются: Ерицванк (Ахтала), Лалвар (Алаверди) и Качачкут (левобережные); Марц, Кистум и Шнох (правобережные).

**Методы исследований.** При подготовке данной статьи использованы результаты полевых (геоморфологическое картирование в масштабе 1:100 000, выполненное автором в 2011–2012 гг.) и камеральных (анализ речной сети по топографической карте масштаба 1:200 000, сбор данных по селеносности и селеактивности отдельных рек бассейна и др.) исследований бассейна р. Дебед. Эти результаты позволили прояснить ситуацию в исследуемом районе и наметить места, где река при очередном наводнении может снова причинить ущерб транспортной инфраструктуре.

**Результаты и обсуждение.** По методу В.П. Философова [10] нами впервые по топографической карте масштаба 1:200 000 определены порядки рек бассейна р. Дебед от ее истока вплоть до государственной границы с Грузией. Наибольшее количество, естественно, приходится на реки первого и второго порядков. Третий порядок имеют 15 рек (9 на правобережье и 6 на левобережье), четвертый порядок – 6 рек (4 на правобережье: Лернаджур, Тандзут, Аларекс и Марц; 2 на левобережье: Дзорагет и Чичкан), пятый порядок – р. Дебед. Естественно, что порядки рек меняются при вычислениях по картам более крупного масштаба. Лучше всего водотоки первого порядка (от них идет дальнейшее определение порядков рек) выделяются на картах масштаба 1:25 000. Опытным путем [11] установлено, что третий порядок на карте 1:200 000 соответствует пятому порядку на карте 1:25 000. Следовательно, в бассейне р. Дебед мы имеем 15 рек пятого порядка, 6 рек шестого порядка и одну реку седьмого порядка.

По карте 1:100 000 нами выделены также все овраги (они соответствуют рекам первого порядка карты масштаба 1:25 000). Их большая распространенность отмечается на правобережном залесенном склоне северной экспозиции с щебеночно-суглинистыми рыхлыми поверхностными грунтами мощностью около 0,5 м (материал выветривания коренных пород) и множеством выходов родников. При этом максимум оврагов приходится на верховья рек бассейна р. Кистум с крутыми склонами. На левобережье овраги сформировались в

основном на обнаженном участке склона южной экспозиции в бассейнах рек Лалвар и Качачкут, где распространены щебеночно-суглинистые и щебеночно-супесчаные грунты (рис. 3).

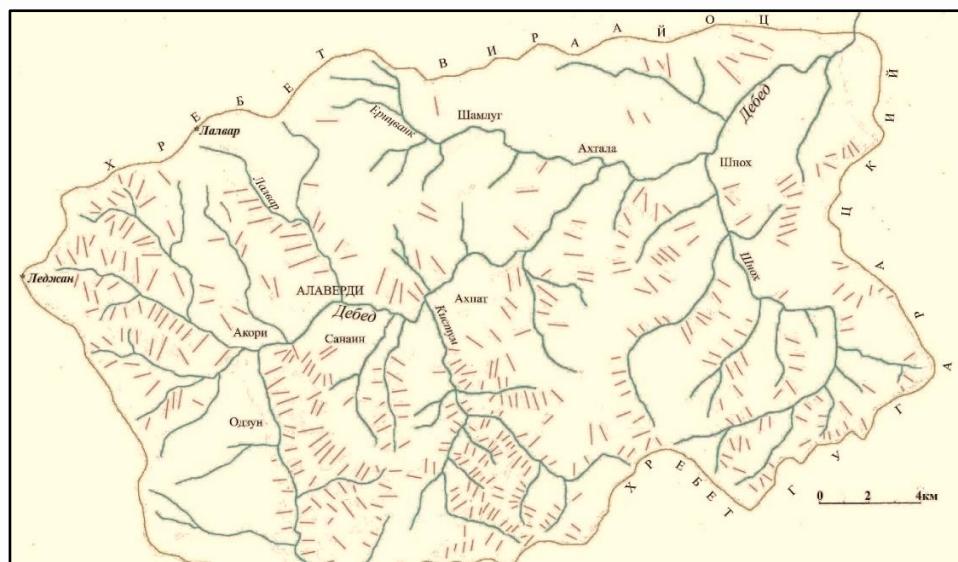


Рис. 3. Карта масштаба 1:200 000 распространения оврагов (короткие красные линии) на участке наводнения 25–26 мая 2024 г.

Большое количество оврагов, наличие обнаженных и крутых склонов, а также легко размываемых щебеночно-супесчаных грунтов в бассейнах рек Качачкут и Лалвар вместе с ливневым характером дождей (в отдельных случаях и с крупным градом) являются существенными предпосылками для образования наводнений и селей, угрожающих непосредственно городу Алаверди и транспортным коммуникациям на всем протяжении от центра области вплоть до Айума. К этим двум рекам можно прибавить и р. Ерицванк (Ахтала), которая также представляет угрозу возможностью вынести из своего бассейна при экстремальном количестве осадков значительные объемы рыхлого материала (отвалы горных выработок и горно-обогатительных работ Шамлуга и Ахтала) в виде грязекаменных и водокаменных селей. Сели на этих реках неоднократно формировались и в первой половине XX в. [12].

Из рек правобережья опасный потенциал имеют реки Шнох и Кистум ввиду больших водосборной площади бассейнов и количества оврагов, дренирующих верховья этих рек. Здесь известны сели на р. Шнох (табл. 1).

Левобережье р. Дебед (в основном верховья рек Лалвар и Ерицванк) относится к участкам с сильной селеносностью (в бассейне р. Лалвар объем сноса рыхлого материала со склонов составляет  $15-35 \text{ м}^3/\text{км}^2$ ), а правобережье – слабой селеносностью (до  $5 \text{ м}^3/\text{км}^2$ ). Одновременно повторяемость селей наиболее высокая на левобережье (1–3 года), а на правобережье и в восточной части левобережья – слабая (10 лет и более) [13].

Согласно [14], средний уровень р. Дебед за 35 лет (данные по станции Ахтала) составляет 140 см, максимальный – 253 см. В 70-е годы XX в.

наибольший расход наносов был отмечен в 1976 г. (годовой сток – 700 тыс.  $m^3$ , а за половодье – 650 тыс.  $m^3$ ), дождевой наибольший срочный расход составлял 139  $m^3/s$  (табл. 2).

Таблица 1

Ряд морфометрических данных селеносных притоков р. Дебед и даты формирования наиболее сильных селей (составлена по данным [12])

Река	Длина, км	Площадь бассейна, км <sup>2</sup>	Высота истока, м	Высота устья, м	Перепад высот, м	Падение русла, м/км	Даты
Лалвар (Алаверди)	10	36,0	2100	700	1400	140,0	12.08.1941, 1947, 1951, 1954, 1959, 1963
Ерицвank (Ахтала)	14	48,4	1500	560	940	67,1	1954, 1958, 1959, 1960, 18.06.1963
Марц	29	25,2	2600	860	1740	60,0	2.06.1958
Качачкут	11	55,0	2060	1400	660	60,0	1928, 15.05.1959
Шнох	13	114,0	1849	540	1300	100,0	май 1914, май 1927, 23.07.1958

Конец мая (25–26 мая 2024 г.) в Армении ознаменовался разрушительным наводнением в Лори и Тавуше. За два дня здесь выпало 40–55 мм осадков (60% месячной нормы) в виде интенсивного ливня с градом (градины имели величину с лесной орех), что спровоцировало поднятие уровня воды в р. Дебед 26 мая более чем на 2 м. Такое поднятие уровня воды является максимальным за последние 65 лет и вторым за весь период наблюдений. Наводнение произошло также на реках Агстев и Тавуш.

Таблица 2

Расход наносов и дождевой паводочный сток на р. Дебед (данные по станции Ахтала) [14]

Река	Макс. уровень за год, см	Расход наносов, тыс. $m^3$		Дождевой паводочный сток, $m^3/s$	
		годовой сток	за половодье	предпаводочный расход	наибольший срочный расход
Дебед	253 (1959 г.)	1976 г. – 700	650	28,7	139
		1977 г. – 180	160	13,6	29,1
		1978 г. – 440	–	19,2	38,8
		1980 г. – 120	110	11,6	32,0

В результате наводнения были разрушены 17 (20) мостов, отдельные участки дороги М6 в районе Алаверди (рис. 4), дорога Шнох–Техут, небольшой участок железной дороги Ереван–Тбилиси, затоплены 9 городов и 30 сел, трубопровод, на станции Сананин ряд домов у реки были затоплены до второго этажа. Погибло 4 человека.



Рис. 4. Поднявшийся уровень воды в р. Дебед и размытие полотна автомобильной дороги.



Рис. 5. Один из участков вогнутого берега, размытого водным потоком.

Наиболее сильно пострадали дороги на вогнутых участках долины р. Дебед (рис. 5), что вполне объяснимо с точки зрения закономерностей,

присущих водному потоку, проходящему по извилиам (меандрам) долины. В таком водном потоке струя воды с наибольшей скоростью (стремень) прижимается к вогнутому берегу и подмывает (размывает) его. На выпуклом берегу, наоборот, происходит накопление галечно-гравийного материала и формируется прирусловая отмель (побочень) (рис. 6).

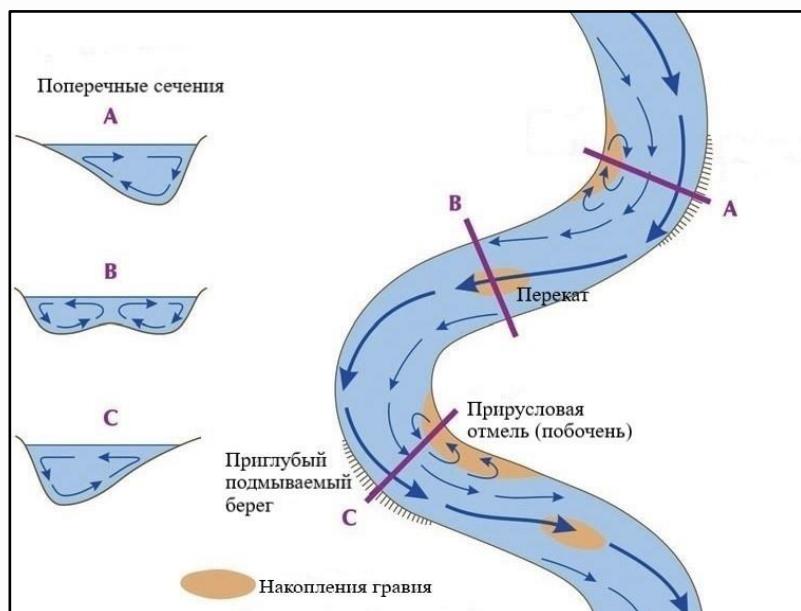


Рис. 6. Схема, показывающая закономерности, присущие водному потоку на извилинах долины (толстая синяя стрелка соответствует линии максимальной скорости водного потока).

Во время наводнения, когда уровень реки поднимается, увеличивается масса воды и скорость течения, что приводит к резкому возрастанию энергии потока (или его живой силы), которая выражается формулой

$$K = mv^2/2,$$

где  $K$  – энергия потока,  $m$  – масса воды,  $v$  – скорость течения.

На извилинах долины во время наводнения буйный поток с резко возросшей энергией просто не сможет следовать по извилине, а пойдет по прямой, и всей своей массой обрушится на вогнутую часть берега, что и продемонстрировали события 25–26 мая 2024 г.

**Заключение.** Природные условия бассейна р. Дебед и в дальнейшем могут способствовать формированию селей и наводнений со всеми вытекающими негативными последствиями (затопление населенных пунктов, разрушение дорог, снос мостов и т. п.). Природу области изменить невозможно, необходимо не дать речной воде выйти из берегов и свободно буйствовать в пределах речной долины. Поэтому руководство области, строители и др. должны быть осведомлены, что при подъеме уровня воды река не будет следовать по извилинам русла, а потечет прямо и обрушит всю силу огромного объема воды при резко возросшей скорости на вогнутую часть берега.

Следовательно, необходимо капитально укреплять вогнутые участки русла мощными бетонными стенками или наброской крупных бетонных блоков. Необходимо также обратить внимание на состояние бассейнов селеактивных рек – на их обнаженные склоны, которые при сильных ливнях не смогут задержать обрушающиеся на них потоки воды, и эта вода переполнит русла рек и затопит окрестности. Наилучший вариант решения этой проблемы – залесение (и как можно скорее) обнаженных склонов левобережья р. Дебед.

Поступила 19.11.2024

Получена с рецензии 11.12.2024

Утверждена 24.12.2024

## ЛИТЕРАТУРА

1. Gaprindashvili G., Gaprindashvili M., Tsereteli E. Natural Disaster in Tbilisi City (Riv. Vere basin) in the Year 2015. *Journal of Geosciences* 7 (2016), 1074–1087.  
<https://doi.org/10.4236/ijg.2016.79082>
2. Neumann P., Bauer M., et al. Geological and Geotechnical Findings of the Catastrophic Debris Flow Near Tskneti, Georgia, June 2015. *V International Conference. Debris Flows: Disaster, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the Conference*. Tbilisi (2018), 158–165.
3. Kussul N., Skakun S., et al. Flood Risk Assessment Based on Geospatial Data. *New Trends in Information Technologies*. Sofia, ITHEA (2010), 92–101.  
[http://foibg.com/ibs\\_isc/ibs-18/ibs-18-p11.pdf](http://foibg.com/ibs_isc/ibs-18/ibs-18-p11.pdf)
4. Boynagryan V.R., Stepanyan V.E. Assessing Hazards and Risk from Hydro-meteorological Phenomena in the Republic of Armenia. *Stimulus for Human and Societal Dynamics in the Prevention of Catastrophes*. Amsterdam, IOS Press (2011), 189–193.
5. Coldewey W.G., Böcker Ch., Schuppelius J. Community Initiative for Reducing Flood Risks – a Case Study. *Stimulus for Human and Societal Dynamics in the Prevention of Catastrophes*. Amsterdam, IOS Press (2011), 29–41.
6. Douglas B., Toma O. Prevention and Intervention in the Case of Catastrophes in the Moldova Area of Romania. *Stimulus for Human and Societal Dynamics in the Prevention of Catastrophes*. Amsterdam, IOS Press (2011), 210–218.
7. Бойнагрян В.Р., Бойнагрян А.В., Манукян Н.В. Селевая активность в Армении. Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Сб. тр. III Международ. конфер. Южно-Сахалинск (2014), 10–13.
8. Бойнагрян В.Р. Сели и транспортные коммуникации в Армении. Изученность распространения и развития опасных экзогенных процессов и явлений и их воздействия на транспортные коммуникации горных стран. Ереван, Изд-во “ТИТУЛОН” НАН РА (2021), 36–41.
9. Харазян Э.Д. Геологическая карта Республики Армения (1:500 000). Ереван (2005).
10. Философов В.П. Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. Саратов, Изд-во Саратовского ун-та (1975), 232.
11. Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 14. Москва, МГУ, Географический факультет (2004), 201.
12. Каталог селеопасных рек на территориях Северного Кавказа и Закавказья. Тбилиси (1969), 233–340.
13. Национальный атлас Армении. Ереван, Центр геодезии и картографии. ПОАК А (2007), 232.
14. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. XIII. Армянская ССР. Ленинград, Гигрометеоиздат (1987), 303.

Վ. Ռ. ԲՈՅՆԱԳՐՅԱՆ

**ԶՐԿԵՂԵՂՆԵՐԻ ԵՎ ՍԵԼԱՎՆԵՐԻ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ԲՆԱԿԱՆ  
ՆԱԽԱԴՐՅԱԼՆԵՐԸ ԴԵԲԵԴ ԳԵՏԻ ԱՎԱՋԱՆՈՒՄ  
(Լոռու մարզ, Հայաստան)**

**Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ**

Դերեկ գետի միջին հոսանքի ավագանում՝ Զորագետի գետաբերանից մինչև Այրում ընկած հատվածում, որտեղ 2024 թ. մայիսի 25-ից 26-ը առատ տեղումների (ամսական նորմայի 60%-ը) հետևանքով տեղի է ունեցել ուժեղ ջրհեղեղ՝ զգալի ավերածություններով և նույնիսկ մարդկային զրիերով, հայտնաբերվել են ջրհեղեղների և սելավների առաջացման բնական նախադրյաներ: Այս նախադրյաններն են՝ մերկ և զարդարական լանջերի առկայությունը, մեծ թվով ձորերը, հեշտությամբ քայլավոր մանրացված քար-ավազոտ կավային և մանրացված քար-կավային հողերը, տեղումների փոխորկի բնույթը, որը հաճախ ուղեկցվում է մեծ կարկուտով:

Ջրհեղեղների և սելավների ձևավորման համար ջրի և պինդ քաղաքիչի մատակարարման ամենամեծ նախատրամադրվածությունը բնորոշ է Դերեկ գետի ավագանի ձախ ափին, հատկապես Լալվար, Երիցվանք և Կաճամկուտ գետերին: Ազ ափը գրեթե ամբողջությամբ ծածկված է անտառով, այսուհետ միայն Շնոր և Քիսում գետերը ունեն որոշակի համապատասխան ներուժ իրենց վերին հոսանքներում մեծ թվով ձորերի առկայությամբ:

Վ. Ռ. Ֆիլիսոֆովի մեթոդով որոշվել է Դերեկ գետի ավագանի բոլոր գետերի կարգը Փամբակ գետի ակունքից մինչև Այրումի մոտ գտնվող պետական սահմանը: Հինգերորդ կարգն ունի 15 գետ, վեցերորդ կարգը՝ 6 գետ (Լեռնաջուր, Տանձուտ, Ալաբերդ և Մարց՝ աջ ափին, Զորագետ և Չիչկան՝ ձախ ափին), յոթերորդ կարգը՝ Դերեկ գետը (այս կարգերը համապատասխանում են 1:25 000 մասշտաբի քարտեզին):

Տանապարհների ոչնչացումը կանխելու համար առաջարկվում է ուժեղացնել ափի զոգավոր հատվածները կապիտալ բետոնե պատերով կամ խոշոր բետոնե բլոկներով: Միևնույն ժամանակ, լանջերից հորդառատ անձրևների ժամանակ ջրի պակաս հոսքի համար անհրաժեշտ է ձախ ափի մերկ լանջերի անտառապատմ:

V. R. BOYNAGRYAN

**NATURAL PRE-REQUISITES FOR THE OCCURRENCE OF FLOODS  
AND MUDSLIDES IN THE DEBED RIVER BASIN  
(Lori Region, Armenia)**

**Summary**

The natural pre-requisites for the occurrence of floods and mudslides in the basin of the middle course of the Debed River, in the area from the mouth of the

Dzoraget River to Ayrum, where on May 25–26, 2024, as a result of heavy precipitation (60% of the monthly norm), a severe flood occurred with significant destruction and even human casualties. These pre-requisites are the presence of exposed and steep slopes, a large number of ravines, easily eroded gravel-sandy loam and gravel-loamy soils, heavy rainfall, often accompanied by large hail.

The greatest predisposition to the supply of water and solid components for the formation of floods and mudflows is characteristic of the left bank of the Debed River basin, especially the Lalvar, Yeritsvank and Kachachkut Rivers. The right bank is almost completely forested, here only Shnokh and Kistum Rivers has some corresponding potential due to the large number of ravines in their upper reaches.

According to the method of V.P. Filosofov, the order of all rivers of the Debed River basin from the source of the Pambak River to the state border at Ayrum is determined. The fifth order has 15 rivers, the sixth order has 6 rivers (Lernajur, Tandzut, Alarex and Martz – on the right bank; Dzoraget and Chichkan – on the left bank), the seventh order is the Debed River (these orders correspond to a 1:25 000 scale map).

To prevent the destruction of roads, it is proposed to strengthen the concave sections of the shore with capital concrete walls at the bends of the riverbed or by sketching large concrete blocks. At the same time, for less water intake in heavy rains from the slopes into the watercourses, it is necessary to cover the exposed slopes of the left bank.