

DOI:

УДК 551.3

**ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ
СКЛОНЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА
(НА ПРИМЕРЕ МЕЖДУРЕЧЬЯ ГУСАРЧАЙ-ВЕЛЬВЕЛИЧАЙ)**

Тарихазер Стара Абульфас гызы – кандидат географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела «Геоморфология», Институт географии им. акад. Г.А. Алиева Национальной Академии Наук Азербайджана, kerimov17@gmail.com

Набиев Гасан Латиф оглы – кандидат географических наук, старший научный сотрудник отдела «Климатология и агроклиматология», Институт географии им. акад. Г.А. Алиева Национальной Академии Наук Азербайджана, nabiyev-qasan@rambler.ru

Аннотация: Предмет. Селеобразование относится к опасным рельефообразующим процессам. Широкое развитие благоприятных природных условий для формирования селей усиливает риск возникновения опасных ситуаций, несущих социальные бедствия и приводящих к большим материальным потерям. Цель работы. В связи с резким увеличением антропогенной нагрузки на северо-восточный склон Большого Кавказа здесь отмечается чрезмерная активизация селевых явлений. Рассматриваются геолого-геоморфологические и климатические условия формирования селей на примере междуречья Гусарчай-Вельвеличай и дается оценка их активности в условиях изменения климата. Метод. Проведено исследование междуречья Гусарчай-Вельвеличай на основе материалов дешифрирования космических снимков (КС) для выявления степени селевой опасности и типа селевых потоков. Результаты работы. Проанализированы метеорологические условия на северо-восточном склоне Большого Кавказа, вызывающие сели в междуречье Гусарчай-Вельвеличай. В результате исследования на основе материалов дешифрирования космических снимков выделено 5 категорий селевой опасности, каждая из которых соответствует определенной величине расхода и объема выноса селевых потоков.

Ключевые слова: селевые процессы, риск, селеопасность, климатический фактор, ливневый характер, дешифрирование, экологическая напряженность, антропогенное воздействие.

Введение. В настоящее время в Азербайджане происходит процесс интенсивного освоения горных территорий, что вызывает учащение природных стихийно-разрушительных процессов, к которым относятся и селевые потоки, приносящие огромный ущерб хозяйству. Селевые процессы распространены почти во всех горных и предгорных районах страны. На северо-восточном склоне Большого Кавказа сели представляют собой водо- и грязекаменные потоки, образующиеся в горах при интенсивных ливнях. Нередко сели имеют катастрофический характер, вызывая разрушения населенных пунктов и инженерных сооружений в

долинах и в местах выхода на предгорные равнины. Они оставляют здесь переносимый материал, образуя конусы выноса, сложенные неотсортированными отложениями [1].

На данный момент не существует однозначного ответа на вопрос о механизмах возникновения селей [2]. Обычно, даже при наличии всех необходимых для прохождения селя условий, его возникновение вряд ли возможно без некоторого дополнительного импульса, будь то действие одного процесса (обильное снеготаяние, ливневый дождь и др.) или их совокупность [2...4].

Примером этому может служить практически любой сел. Некоторые терри-



Содержимое этой работы может использоваться в соответствии с условиями лицензии Creative Commons Attribution 4.0. Любое дальнейшее распространение этой работы должно содержать указание на автора (ов) и название работы, цитирование в журнале и DOI.

тории, несмотря на все предпосылки, могут годами оставаться в стабильном состоянии. Другие же, напротив, совершенно неожиданно становятся ареной формирования катастрофических селей. Однако «неожиданно» еще не значит «не закономерно» [5, 6].

В Азербайджане климатическими условиями образования селей занимались немногие специалисты [7]. Были определены особенности климатических факторов, играющие большую роль в образовании селей, к которым относятся значительные суточные колебания температуры воздуха, способствующие физическому выветриванию, повторяемость продолжительных засушливых периодов в селеопасном периоде, предшествующие прохождению селей и значительным осадкам [9]. Суточные амплитуды температуры воздуха, в зоне селевых очагов, как показателей физического выветривания значительны и колеблются в пределах 8...12°C. Большие амплитуды суточных температур обычно наблюдаются в июле, августе. Исключением является высокогорная часть северо-восточного склона Большого Кавказа (станция Гырыз), где в связи с большой повторяемостью летней облачности большие величины суточной амплитуды отмечаются не летом, а в зимнее время [7]. Одни климатические факторы участвуют в подготовке рыхлого селевого

материала, а другие непосредственно участвуют в процессе формирования селевых потоков, к которым относятся осадки ливневого характера как после засушливого, так и после влажного предселевого периода. Нами установлено, что в селеобразовании главными являются обильные осадки с суточным количеством ≥ 20 мм с ливневой частью.

На исследуемой территории было зарегистрировано 28,7 % селей отмеченных на Большом Кавказе. Здесь почти все сели наблюдаются в период апрель-июль. Однако иногда они могут образоваться и в октябре. Максимальное число селей было зарегистрировано в июне. Следует отметить, что в обоих селеопасных районах Большого Кавказа (южные и северо-восточные склоны) действуют благоприятные геолого-геоморфологические и почвенно-растительные условия [8, 9]. Несмотря на это в северо-восточной части Большого Кавказа сели повторяются меньше, чем на южном склоне. Причина заключается в том, что здесь обильных ливневых осадков совсем мало. Как видно из карты (рис. 1) на равнинах, предгорьях и низкогорьях исследуемого района число дней с такими осадками составляет 0...5, а в среднегорьях 6...10 дней.



Рис. 1. Число дней с суточным количеством атмосферных осадков ≥ 20 мм

В верховьях рек Гусарчай, Гудиалчай повторяемость селеобразующих осадков с суточным количеством более 20 мм значительно увеличивается. В годовом ходе обильных ливневых осадков здесь отмеча-

ются два максимума и один минимум (рис. 2). Основной максимум охватывает период апрель-июнь (55,8 %), а второй максимум в сентябре-октябре. Минимум обнаруживается в летние месяцы (июль-август).

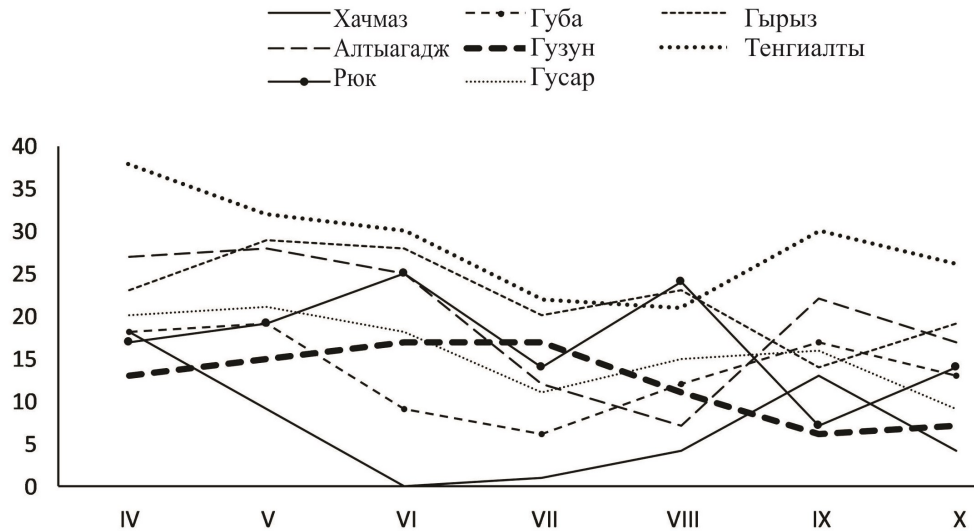


Рис. 2. Распределение обильных осадков с суточным количеством ≥ 20 мм за селеопасный период на северо-восточном склоне Большого Кавказа

В 74,2 % случаев обильные осадки имели среднюю интенсивность менее 0,1 мм/мин. На долю осадков со средней интенсивностью 0,1...0,2 мм/мин приходится

19,6 %, а 0,21...0,45 мм/мин 6,2 % от общего числа случаев. Самые сильные осадки отмечены в июне-июле (табл. 1).

Таблица 1

Интенсивность обильных осадков с суточным количеством ≥ 20 мм

Месяцы	Средняя интенсивность (мм/мин)					Общее количество
	< 0,1	0,10...0,20	0,21...0,30	0,31...0,40	0,41...0,45	
IV	10	1	–	–	–	11
V	8	1	1	–	–	10
VI	19	3	2	–	–	24
VII	7	6	1	1	1	16
VIII	8	5	–	–	–	13
IX	9	2	–	–	–	11
X	11	1	–	–	–	12
IV...X	72	19	4	1	1	97

В этом районе доля ливневой части (продолжительность и сумма осадков) в обильных осадках более 20 мм составляет соответственно 15,2 и 50 %. К сожалению, регулярные плювиографические данные во время прохождения селевых потоков на изучаемой территории отсутствуют. Их наличие позволило бы нам найти критерии интенсивности осадков, вызывающие сели. Имеющиеся плювиографические данные по ливневым осадкам позволяют получить некоторые сведения о продолжительности и

интенсивности селеобразующих ливней. Как показывают эти данные, в исследуемом районе ливни в большинстве случаев имеют продолжительность до 30 мин, непрерывно долго длящиеся ливни наблюдаются редко. В суточном ходе ливней максимум приходится на вечерние часы, что обусловлено конвективными процессами, т.е. вторгающимися холодные воздушные массы продолжают нагреваться над равнинными участками. Нагревание приводит к развитию конвективных восходящих токов, образованию кучево

дождевых облаков и ливневых осадков. Распределение обильных осадков с высотой в северо-восточной части Большого Кавказа носит своеобразный характер. По мнениям некоторых авторов [10, 11] в этом районе осадки увеличиваются до высоты 800...1000 м, а затем уменьшаются. Они старались объяснить это малой мощностью вторгающихся воздушных масс (1500...2000 м). Нами выявлено, что увеличение таких осадков

наблюдается до высоты 3000...3200 м, а выше уменьшается. Исключением является населенный пункт Тенгиалты, расположенный на высоте 711 м над уровнем моря, который получает осадков больше, чем в выше расположенных пунктах. Указанные явления нельзя принимать как нарушение закономерности распределения осадков с высотой. Причину этого необходимо искать в орографических особенностях данного пункта (табл. 2).

Таблица 2

Повторяемость обильных осадков с суточным количеством ≥ 20 мм в селеопасном периоде

Пункты	Абсолютная высота (м)	Месяцы							
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV...X
Хачмаз	27	0,7	0,4	0,0	0,04	0,2	0,5	0,2	2,0
Губа	550	0,7	0,8	0,4	0,2	0,5	0,7	0,5	3,8
Гусар	740	0,9	0,9	0,8	0,5	0,7	0,7	0,4	4,8
Гырыз	2070	0,9	1,2	1,1	0,8	0,9	0,6	0,8	6,2
Гузун	1269	0,5	0,6	0,7	0,7	0,4	0,2	0,3	3,4
Тенгиалты	711	1,5	1,3	1,2	0,9	0,8	1,2	1,0	8,0
Алтыгадж	1099	1,1	1,1	1,0	0,5	0,3	0,9	0,7	5,5
Рюк	1700	0,7	0,8	1,0	0,6	1,0	0,3	0,6	4,8

На исследуемой территории в результате обработки многолетних данных о суточных максимумах осадков выявлено, что в апреле их количество меняется в пределах 55...110, в мае – 43...70, в июне – 28...84, в июле – 30...70, в августе – 40...100, в сентябре – 38...100, а в октябре – 25...55 мм. Следует отметить, что суточные максимумы осадков не всегда приводят к селям, так как в селеобразовании основным фактором является не общее количество осадков, а их интенсивность. Для анализа крупномасштабных процессов, приводящих к ливневым осадкам, а при их высокой интенсивности, и к селям, на исследуемой территории были определены количественные и качественные показатели макроциркуляции. Для количественного определения типов циркуляции были использованы критерии общего индекса, предложенные А.Л. Кацем [12]. Исследование показало, что в дни селеобразований в основном преобладали меридиональные, а в некоторых случаях, зональные процессы. Следует отметить, что как правило, зональные процессы на территории Южного Кавказа, в том числе Азербайджана к обильным ливневым осадкам и селям не приводят. Для выпадения интенсивных ливней и

формирования селей необходимо вторжение холодных, влажных и неустойчиво-стратифицированных воздушных масс, что происходит только при меридионально развивающихся процессах. Исследование селей при зональных процессах показало, что за несколько суток до начала селей над Западной Европой происходит меридиональное преобразование циркуляции, в результате которой холодные массы воздуха в тыловой части высотной ложбины через район Британских островов вторгаются в южные районы Западной Европы, где происходит усиление высотной фронтальной зоны (ВФЗ) и циклогенез. В дальнейшем высотная ложбина и циклон постепенно смещаются к востоку – на территорию Малой Азии и Южного Кавказа. Иначе говоря, при образовании селей взаимодействовали те массы холодного воздуха, которые вошли в систему ВФЗ в период меридионального преобразования. При меридиональных преобразованиях под высотным гребнем в нижней тропосфере на севере Европы образуются антициклоны. В дни селеобразования они смещаются на центральные районы европейской части России. Стационарирование этих антициклонов происходит при блокировании

циклона над Малой Азией – востоком Средиземного моря.

Чтобы выявить связь между атмосферной циркуляцией и селями в Азербайджане были использованы типы циркуляции по классификации Г.Я. Вангенгейма [13] и Б.Л. Дзердзеевского [14]. Г.Я. Вангенгейм принял более простую форму типизации атмосферных процессов. Он предложил 3 типа или формы основных атмосферных процессов: западный (W), меридиональный (С) и восточный (Е). Исследованием установлено, что между селями в Азербайджане и процессами Е существует прямая связь, т.е. при усилении этих процессов над исследуемой территорией происходит активизация селей. Наоборот, при процессах W селеобразование ослабляется. Полученные результаты оправдывают себя не только на Кавказе, но и в регионах Средней Азии, т.к. на реках этих территорий активизация селевых явлений наблюдается при процессах Е, а ослабление – при процессах W. При макроформах Е в Средней Азии, Казахстане, а также на Кавказе осадки выпадают выше нормы, что приводит к повышению вероятности образования селей. При процессах W на указанных территориях осадки выпадают мало и селевая деятельность ослабляется.

Для оценки синоптических ситуаций, приводящих к образованию селей, была использована также классификация типов атмосферной циркуляции по Б.Л. Дзердзеевскому [14]. Установлено, что сели в Азербайджане в основном формируются при подтипе 12а (подтип северной меридиональной циркуляции) и 13л (подтип южной меридиональной циркуляции, господствующий летом). При подтипе 13л происходит выход южных циклонов на территорию Северного и Южного Кавказа. Они отличаются большой скоростью перемещения и значительными температурными контрастами, и поэтому в кратчайшее время приводят к выпадению ливневых осадков и активизации селей. При подтипе 12а над Сибирью формируется блокированный антициклон, вытянутый до южных областей Западной Сибири. В это время циклоны, образованные над Средиземным морем, перемещаются на территорию Южного Кавказа, а оттуда к северо-востоку. При встрече теплых и

влажных масс со стороны Средиземного моря с холодными арктическими массами происходит усиление атмосферных фронтов, в результате которого над исследуемой территорией осадки выпадают выше нормы и повышается селеактивность рек. Следовательно, основными причинами возникновения селей служат ливневые дожди и обильное снеготаяние. Во внутрigoдовом распределении они характеризуются особой активностью в весеннее время, на которое приходится максимум выпадения атмосферных осадков. Наибольшая активность селевой деятельности в бассейнах Гусарчай-Вельвеличай отмечается в мае-сентябре. В бассейнах рек Гусарчай-Вельвеличай по составу твердой массы и отношению ее объема к объему водного потока широко распространены водо-каменные и грязе-каменные сели. Отложения селей данных рек представлены валунами, пылеватыми частицами с включением щебня и обломков горных пород [15].

Под степенью селевой опасности мы понимаем вероятность формирования селевых потоков в исследуемых селевых бассейнах и их возможные масштабы. На северо-восточном склоне Большого Кавказа нами выделено 5 категорий селевой опасности, каждая из которых соответствует определенной величине расхода и объема выноса селевых потоков. К первой категории относятся территории с высокой селевой опасностью (раз в 2...3 года возможен 1 сильный сель) – V баллов. Ко второй категории – территории со средней селевой опасностью (раз в 3...5 лет возможен 1 сильный сель) – IV балла. К третьей категории – территории со слабой селевой опасностью (раз в 5...10 лет возможен 1 сильный сель) – III балла. К четвертой – территории с потенциальной селевой опасностью – II балла и к пятой категории территории, где не наблюдаются селевые явления – I балл (рис. 3).

Основная часть. Одним из эффективных методов для этих исследований является эколого-геоморфологическое картографирование на основе интерпретации материалов дешифрирования космических снимков (КС) и аэрофотоснимков (АС) с использованием ландшафтно-индикационных признаков. С помощью данного метода можно

установить положение районов развития селевых процессов и дать оценку степени их опасности [17]. Вначале рассмотрим геоморфологическое строение северо-восточного

склона Большого Кавказа, а именно ключевого участка исследования – междуречье Гусарчай-Вельвеличай.

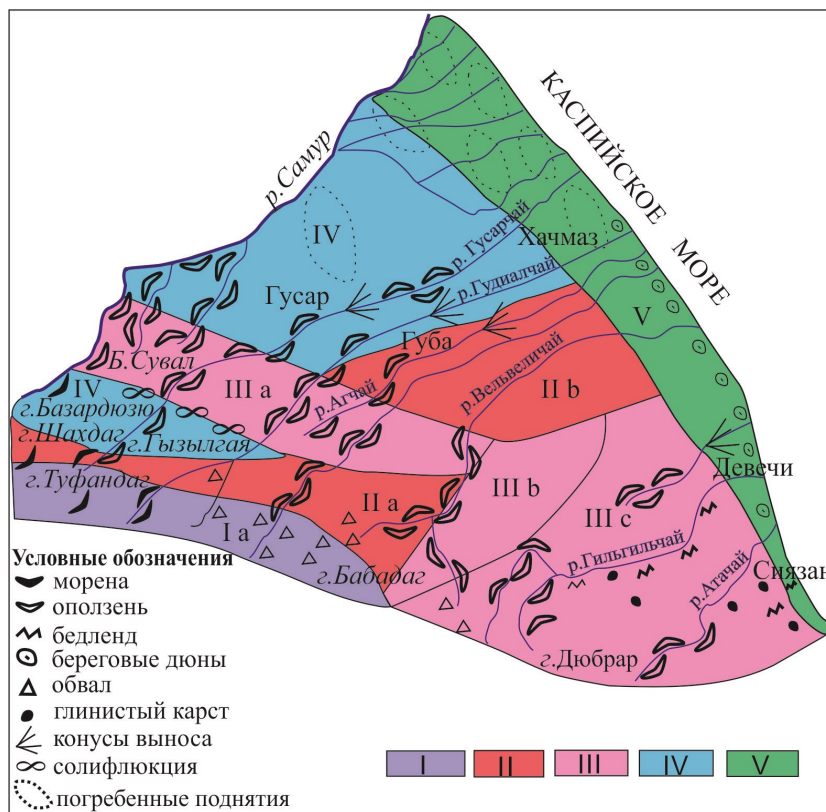


Рис. 3. Картограмма селевой опасности территории северо-восточного склона Большого Кавказа: I – территории с высокой селевой опасностью (раз в 2...3 года возможен 1 сильный сель) – V баллов; II – территории со средней селевой опасностью (раз в 3...5 лет возможен 1 сильный сель) – IV балла; III – территории со слабой селевой опасностью (раз в 5...10 лет возможен 1 сильный сель) – III балла; IV – территории с потенциальной селевой опасностью – II балла; V – территории, где не наблюдаются селевые процессы – I балл; а – высокогорные территории; б – среднегорные территории; с – низкогорные территории

Для северо-восточного склона Большого Кавказа характерно простираение орографических элементов рельефа, параллельно Главному Кавказскому хребту. Из них самым крупным является Боковой хребет, который создает огромное разнообразие в распространении интенсивности водно-эрозионных процессов. С данного хребта берут начало такие реки, как Агчай, Гуручай, Джагадугчай, Шабранчай, Девечичай и др. Между Главным Кавказским и Боковым хребтами располагаются внутригорные котловины – Хыналыгская, Рустовская, Шахнабадская, Халтанская, Гильгильчайская и др. Следующим крупным хребтом является Гайтар-Годжинский, расчлененный правыми притоками р. Гильгильчай. Здесь расположен Ерфинский хребет, являющийся водоразделом между реками Гарачай и Вельвеличай. Предгорная часть представлена

Гусарской наклонной равниной, которая на востоке переходит в Самур-Девечинскую низменность. При выходе из гор все реки формируют конусы выноса, которые, сливаясь друг с другом, образуют единый шлейф [16].

Северо-восточный склон Большого Кавказа сложен осадочными породами юрского, мелового, третичного и четвертичного периодов [1]. В районе гор Базардюзю (4466 м) и Туфандаг (4191 м) бассейны рек Гусарчай, Гудиялчай и др. представлены известняками, доломитами, глинами, глинистыми сланцами, песчаниками, мергелями и конгломератами. Третичные отложения распространены в среднегорном, частично низкогорном поясах и представлены глинами, песчаниками, галечниками и суглинками. В верховьях рек Гусарчай, Гудиялчай, Агчай, Гарачай и Вельвеличай

развиты верхнечетвертичные ледниковые отложения. Здесь же, в высокогорье, широко распространены обвалы, осыпи, россыпи. Рельеф северо-восточного склона Большого Кавказа характеризуется большой расчлененностью и подвержен интенсивной денудации [1]. В формировании рельефа большая роль принадлежит экзогенным процессам. Однако под воздействием новейших тектонических явлений значительно усиливаются процессы эрозии и денудации. О проявлении новейших тектонических движений свидетельствуют формы речных долин, террас и др.

К современным экзогенным рельефообразующим процессам относятся оледенение, физическое выветривание, эрозия, обвалы, россыпи, осыпи, оползни, сели и др. В верховьях рек, из-за резких колебаний суточных температур, почти полного отсутствия растительного покрова, трещиноватости горных пород и др., поверхности водосборов подвергаются интенсивному разрушению. В результате этого на склонах речных долин накапливается огромное количество грубообломочного материала в виде россыпей, осыпей, обвалов. Этот материал при обильных ливнях и интенсивном снеготаянии сносится в долины рек, что приводит к формированию мощных селевых потоков. На северных склонах Бокового хребта распространены оползни, образованию которых способствуют состав горных пород, наличие тектонических трещин, переувлажнение пород атмосферными осадками, грунтовые воды, крутизна склонов, сейсмичность и др. Оползни наиболее характерны для бассейнов рек Гарачай, Агчай, Вельвеличай, Гильгильчай и Атачай. В бассейне р. Вельвеличай оползни развиты в среднем течении, которые обильно питают реку мелкоземом [1].

На северо-восточном склоне Большого Кавказа на высоте 1000 м среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 710 мм, выше – 590 мм. Начиная с высоты 2500 м годовое количество атмосферных осадков опять увеличивается и на высоте более 3000 м составляет 1000...1200 мм и более. Характерным является наличие двух максимумов атмосферных осадков в году – весной (май-июнь) и осенью (сентябрь).

При сравнении годового хода атмосферных осадков с водным режимом рек, а также с режимом стока взвешенных наносов выявляется следующее: имеется сходство в их распределении внутри года; весной на реках происходит увеличение расходов воды, а значит и расходов взвешенных наносов.

На северо-восточном склоне Большого Кавказа реки, берущие начало с Главного Кавказского и Бокового хребтов отличаются друг от друга по водному режиму, размерам бассейнов, количеству приносимых наносов, морфологии речных долин и др. Это различие объясняется еще и разнообразием литологического состава горных пород, слагающих поверхности бассейнов, почвенно-растительного покрова и др. [17].

В исследуемом регионе 108 рек, из которых 45 имеют длину более 10 км, 63 – менее 10 км. Речная сеть распределена неравномерно. Густота речной сети составляет 0,42 км/км², при общей площади территории в 6610 км², где наибольшее ее развитие наблюдается в пределах высот 1000...2500 м. С.Г. Рустамов [18] реки территории по водному режиму подразделяет на две группы: 1) с режимом половодья (весна и лето). Сюда входят реки, стекающие с Главного Кавказского хребта – Гусарчай, Гудиялчай, Гарачай, Агчай и др. Питаются эти реки талыми снеговыми (до 40 %) и подземными водами (до 50 %); 2) с режимом паводков. Сюда входят реки, стекающие с Бокового хребта – Девечичай, Шабранчай, Атачай и др. Питаются эти реки преимущественно дождевыми водами (до 50 %).

Почвенно-растительные условия оказывают значительное влияние на интенсивность процессов водной эрозии. Почвы, как и другие физико-географические факторы, подчинены вертикальной зональности. На высоте более 3800...3900 м развита зона вечных снегов и почв здесь нет. Выше 3000 м располагается скалистая зона, где широко распространены россыпи и осыпи, являющиеся источниками питания рек наносами. В альпийской зоне распространены горно-луговые торфянистые и торфянисто-дерновые почвы. В субальпийской зоне развиты горно-луговые дерновые, горно-луговые светло-серые почвы. Эти почвы имеют плотную дернину и они мало подвер-

жены размыву. На них произрастает низкорослая злаковая растительность с редкими экземплярами можжевельника. В среднегорье развиты бурые горно-лесные почвы, на которых произрастают дуб, бук, граб и др. Эти леса играют огромную почвозащитную роль и препятствуют развитию эрозионных процессов. Низкогорный пояс занят почвами степного типа: горными черноземами, каштановыми и др. Эти почвы в основном занимают территорию Гусарской наклонной равнины и небольшую часть Гонагкендского района. На них произрастает разнотравная растительность со злаками [19].

Из вышеизложенного следует, что в условиях речных бассейнов северовосточного склона Большого Кавказа большое количество атмосферных осадков, формирующих мощный поверхностный сток, в сочетании с достаточной крутизной склонов приводит к развитию селевых потоков. Кроме того, наличие на склонах речных долин обвально-оползневого материала оказывает влияние на объем выносимого реками твердого материала. Селевые потоки – грязе-каменные и грязевые, характерны почти для всех высотных поясов северовосточного склона Большого Кавказа. Ниже будет проведен анализ отдельных, наиболее селеносных бассейнов северовосточного склона Большого Кавказа, а именно реки Вельвеличай и Гусарчай (таблица 3).

Бассейн реки Вельвеличай. Река Вельвеличай имеет длину 98 км. Истоки располагаются на высоте 2920 м, средний уклон 30,1 %. Современные рельефообразующие процессы, протекающие в пределах бассейна р. Вельвеличай, разнообразны.

Весьма разнообразны и климатические условия бассейна р. Вельвеличай, которые оказывают свое влияние на интенсивность рельефообразующих процессов. Климат нагорных тундр в скальном поясе способствует сохранению «летучих» снежных пятен, интенсивному протеканию нивальных процессов. В средне- и низкогорном поясах климат умеренно теплый с почти равномерным распределением атмосферных осадков. Это способствует протеканию эрозионных процессов в течение всего года [20]. Наличие климата полупустынь и сухих степей с сухим летом в пределах аридных предгорий

и низкогорий является одним из условий формирования бедлендов и глинистого карста. В зависимости от орочиматических условий в пределах бассейна р. Вельвеличай выделяют пять районов [21], где преобладают различные рельефообразующие процессы: 1) район, где преобладают нивально-субнивно-гравитационные процессы, развивающиеся в условиях интенсивных современных поднятий. Этот район охватывает высокогорный пояс – выше 2500 м. Здесь широко распространены гравитационные процессы: обвалы, осыпи, россыпи и др.

Отчетливо выражены следы древнего оледенения: кары, цирки, трог, морены; 2) район, где преобладают эрозионно-денудационные и гравитационные (оползни) процессы, развивающиеся на фоне интенсивных и умеренных поднятий; 3) район, где преобладают аридно-денудационные и эрозионные процессы, развивающиеся на фоне интенсивных и умеренных поднятий. Здесь широко развиты глинистый карст и бедленд. В долине р. Вельвеличай встречаются закрепленные оползни и оползни-потоки; 4) район, где преобладают эрозионно-денудационные, частично аккумулятивные процессы, развивающиеся на фоне умеренных, местами интенсивных поднятий. Вершинная часть конуса выноса р. Вельвеличай вдаётся вглубь гор, где происходит аккумуляция аллювиально-пролювиальных отложений. На склонах долины реки развиты делювиальные отложения; 5) район, где преобладают водно-аккумулятивные процессы, развивающиеся на фоне относительного опускания (рис. 4, 5).

Огромные по площади оползневые массивы, оползневые срывы, медленно движущиеся оползни-потоки (ишгыны) охватывают среднее течение р. Вельвеличай. Подготовленный огромный по объему обломочный материал в результате эрозии, выветривания, гравитации и др. факторов начинает приходить в движение при малейших нарушениях. Например, землетрясения в таком случае являются первопричиной крупных обвалов, а также способствуют перемещению склоновых отложений. В пределах бассейна р. Вельвеличай обвалы развиты в отложениях песчаников, известняков и в глинистых террасовых отложениях.

Обвалы в глинистых отложениях приурочены к изгибу реки. В средней и частично низменной частях реки обвалы в глинистых отложениях иногда происходят одновременно с оползнями. Осыпи широко развиты в высокогорной части р. Вельвеличай, что также являются одним из основных очагов, подпитывающих сели твердым материалом. В нижнем течении реки развит мощный шлейф конуса выноса, в верхней части которого накоплен наиболее крупный материал селевых потоков. Долина р. Вельвеличай в высокогорье и частично среднегорье имеет V-образную форму, в нижнем течении долина реки приобретает ящикообразную форму

с высокими поймами и речными террасами. В месте пересечения рекой тектонических структур формируется глубокое ущелье, где расположено село Тенгиалты. Селевые очаги типа эрозионных воронок характерны для высокогорной части р. Вельвеличай. К селевым очагам, приуроченным к оползневым и оползне-селевым массивам, относится участок долины р. Вельвеличай между селениями Гонагкенд и Афурджа. По характеру селевой массы р. Вельвеличай относится к категории грязе-каменных (табл. 4).



Рис. 4. Геоморфологическая картосхема р. Вельвеличай:

- высокие, интенсивно расчлененные горы
- высокие и средние, интенсивно расчлененные складчатые горы
- низкие, интенсивно расчлененные складчатые горы

Бассейн реки Гусарчай. Длина реки Гусарчай 106 км. Истоки располагаются на высоте 3780 м, средний уклон – 7 %. Склоны гор Базардюзю и Туфандаг в бассейне реки Гусарчай сложены мощными слоями глинистых сланцев, которые легко поддаются разрушению. Начиная от истока и до горы

Гызылгага (3726 м) правый склон р. Гусарчай (Шахнабадчай) сложен сланцами, местами чередующихся прослойками мелкозернистого песчаника, а левый склон – меловыми отложениями горы Шагдаг (4243 м). В нижней части левого склона обнажаются глинистые сланцы. Здесь же расположено

урочище Шахдюзю. Оба склона долины здесь имеют делювиальное скопление. Верхняя часть левого склона г. Шахдаг изобилует обвальным материалом, обуславливающим хорошее просачивание талых вод. Мощные конусы выноса правых притоков состоят из

разрыхленного глинистого сланца. Ниже правого притока на склоне образован мощный покров рыхлообломочного материала. Во время интенсивного снеготаяния и ливневых дождей этот материал смывается и питает реку.

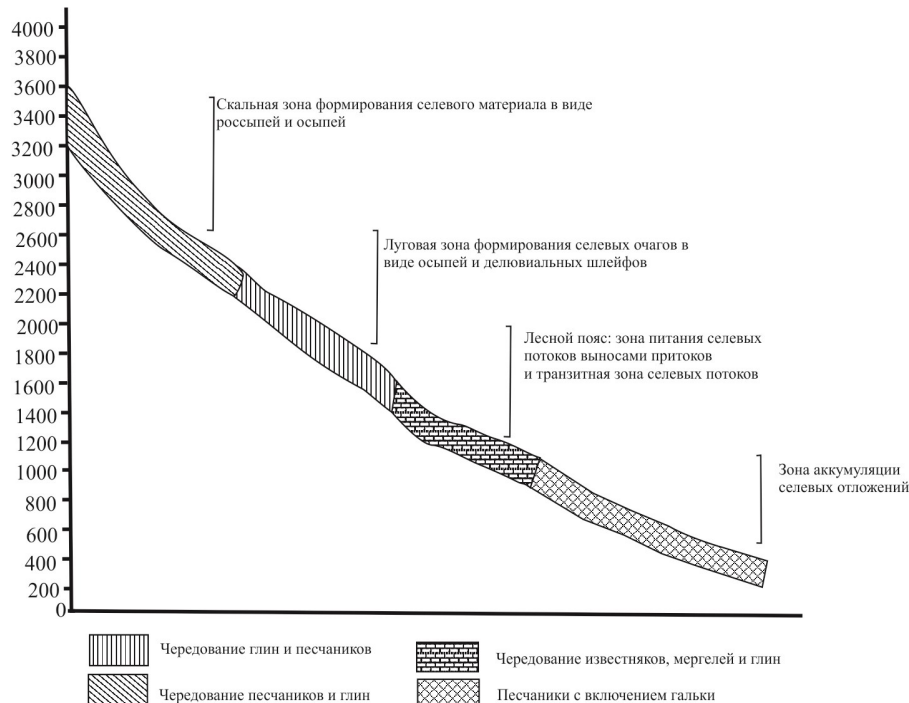


Рис. 5. Продольный геолого-геоморфологический профиль р. Вельвеличай

Таблица 4

Даты прохождения наиболее опасных селевых потоков на р. Вельвеличай

№	Дата прохождения селя	Время прохождения селя (часы)	Продолжительность селя (часы)	Причины селя	Последствия селя
1	2	3	4	5	6
1	05.05.2002 г.	18 ⁰⁰	4	ливень	Затоплено село Тенгиалты, разрушены автомобильная и железная дороги сёл Чобаноба и Чархы
2	05.05.2003 г.	16 ⁰⁰	5	//-//	Частично повреждены гидроузел р. Вельвеличай, автомобильные дороги Губа-Девечи и Хачмаз-Девечи
3	11.05.2009 г.	14 ³⁰	5	//-//	Большой ущерб был нанесен мосту, проложенному над р. Вельвеличай на 146 км дороги Баку-Губа
4	19.06.2009 г.	ночью	5	//-//	Нанесен ущерб 4 социальным объектам и нескольким жилым домам
5	24.06.2010 г.	17 ⁰⁰	2	//-//	Разрушен 1 дом
6	21.06.2012 г.	15 ⁴⁰	4	//-//	Повреждена автомобильная дорога и подвесной мост
7	16.07.2012 г.	17 ²⁰	5	//-//	Нанесен материальный ущерб 2 жилым домам
8	29.08.2013 г.	20 ⁰⁰	3	//-//	Затоплено около 100 домов села Чобаноба

В аридно-низкогорной зоне нередки случаи затвердевания грязе-селевых масс на дне оврагов и балок, из-за их обогащенности илесто-глинистыми включениями при

непродолжительности ливней. На р. Гусарчай селевые очаги типа эрозионных воронок характерны для высокогорных частей бассейна.

В геоморфологическом отношении вся долина р. Гусарчай делится на три части: 1) верхняя часть – это очаги питания и формирования селей. Очаги образования селей приурочены к высоте 2500 м. Эта часть бассейна сложена преимущественно глинистыми сланцами и песчаниками юры. Характерной особенностью верхней части селевого бассейна является наличие в поверхностных слоях старых осыпей, образовавшихся на обнаженной поверхности, преимущественно глинистых сланцев высокогорья, где горные породы разрушаются до состояния мелкой пыли. При ливнях пыль смачивается, превращается в грязь и стекает в виде струек со склонов.

Струйки, сливаясь друг с другом, образуют насыщенный наносами поток в русле реки [1, 15]; 2) средняя часть – это транзитный участок, где происходит дополнительное подпитывание селя за счет

осыпающихся и разрушаемых склонов долины реки. Здесь р. Гусарчай протекает в узком ущелье, часто переходящее в недоступный каньон. Ширина долины колеблется от 10...25 м до 100...200 м. Склоны долины крутые – 45...60°, местами изрезаны долинами притоков, глубиной 100...200 м. Дно долины повсюду завалено камнями и обломками скал. Перед выходом на конус выноса долина реки расширяется; 3) нижняя часть – это конус выноса, где происходит отложение перенесенных с первых двух частей бассейна твердого материала (рис. 6, 7). Развитию селевых процессов на р. Гусарчай в последние годы способствовало уничтожение травянистой растительности в горно-луговой зоне, а также вырубка деревьев в лесной зоне. По характеру селевой массы сели в р. Гусарчай относятся к категории грязе-каменных (табл. 5).

Таблица 5

Даты прохождения наиболее опасных селевых потоков на р. Гусарчай

№	Дата прохождения селя	Время прохождения селя (часы)	Продолжительность селя (часы)	Причины селя	Последствия селя
1	2	3	4	5	6
1	май 2006 г.	ночью	6	ливень	Повреждено около 28 жилых домов города Хачмаз
2	17.09.2009 г.	20 ⁰⁰	4	//-//	Нанесен материальный ущерб 29 жилым домам
3	19.09.2009 г.	19 ³⁵	4...5	//-//	Повреждено 7 домов, нанесен ущерб социальным объектам
4	04.05.2010 г.	23 ⁰⁰	3	//-//	Разрушены 3 дома
5	11.07.2012 г.	20 ⁰⁰	3	//-//	Затоплены и повреждены дворы и подвалы домов села Лаза
6	14...15.07.2010 г.	ночью	5...7	//-//	Нанесен материальный ущерб городу Хачмаз
7	23.04.2013 г.	21 ⁵¹	5	//-//	Повреждена трасса Баку – государственная граница с РФ
8	30.05.2014 г.	22 ⁰⁰	3...4	//-//	В селе Хурай Гусарского района пострадали несколько домов и урожай сельчан
9	16.09.2015 г.	20 ²⁰	4 ч.	//-//	В городе Гусар селя разрушил 3 дома, а в селе Чилегир 1 дом разрушен, затопило 60 домов. В селе Тюлер разрушен мост
10	19...20.05.2016 г.	22 ³⁰	2 ч.	//-//	Разрушена дорога в селе Гузун Гусарского района
11	25.06.2016 г.	21 ⁰⁰	2 ч.	//-//	Нанесен ущерб более 20 домам, посевным площадям села Гузун. Погиб домашний скот. Разрушен мост



Рис. 6. Геоморфологическая картосхема р. Гусарчай.

- высокие, интенсивно расчлененные горы
- высокие и средние, интенсивно расчлененные складчатые горы
- низкие, интенсивно расчлененные складчатые горы

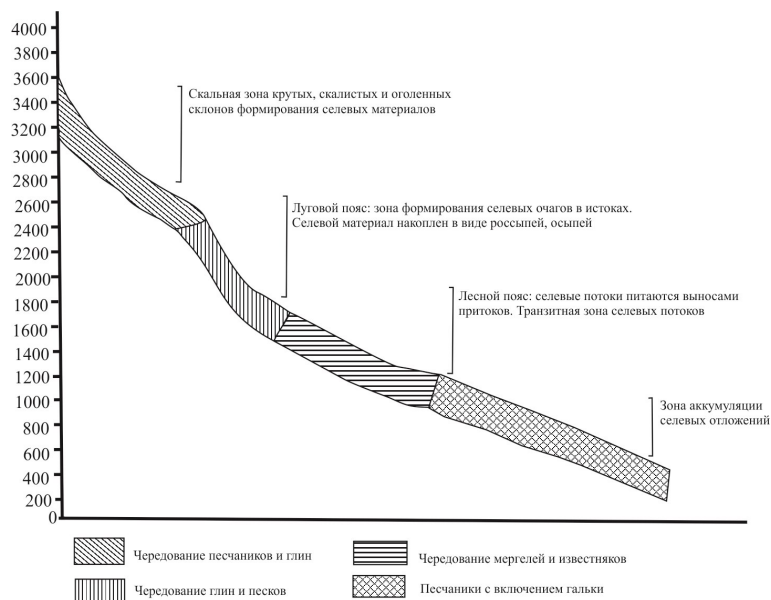


Рис. 7. Продольный геолого-геоморфологический профиль р. Гусарчай

Заключение. Проведенные исследования и анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

1. Междуречье Гусарчай-Вельвеличай является одним из самых селеопасных районов на северо-восточном склоне Большого Кавказа. Здесь селевые процессы

развиваются в сложной природно-ландшафтной обстановке, где решающее значение имеют геолого-геоморфологические факторы, резкая контрастность физико-географических условий и климатические особенности.

В последние годы резко увеличилось антропогенное воздействие, что значительно активизирует селевую деятельность на территории исследуемого региона, а это, в свою очередь, усиливает экологическую напряженность и наносит огромный ущерб населенным пунктам и хозяйству.

Выявлено, что на исследуемой территории сели формируются при выпадении обильных атмосферных осадков с суточным количеством ≥ 20 мм, сопровождающиеся короткими ливнями с большой интенсивностью, которые без вторжения холодных и влажных масс воздуха из северных районов Европы не выпадают.

При выявлении связи между селями и типами циркуляции по Г.Я. Вангенгейму установлено, что в процессах E в Азербайджане селеактивность повышается, а при W – ослабляется. В период селеобразования, в основном, участвовали подтипы 12а и 13л по классификации Б.Л. Дзердзеевского.

Важное значение имеет длительное исследование динамики развития и роста селевых очагов, особенностей накопления селевых материалов и их готовности к сносу, изучение характера изменения русел рек, состояния берегов и защитных сооружений, потенциальных путей движения селей и, на этой основе, проведение эколого-геоморфологических мероприятий с целью стабилизации экологической обстановки. Своевременная информация об угрозе развития селей с помощью дистанционных методов позволит значительно снизить риск и размер ущерба от этих процессов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ализаде Э.К., Тарихазер С.А. Экзоморфодинамика рельефа гор и ее оценка (на примере северо-восточного склона Большого Кавказа). Б.: Viktoriya, 2010. 236 с.

2. Inaba H. Notes on the modeling of debris-flow surface images // Debris-Row Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment. Rickenmann & Chen (eds). Rotterdam: Millpress, 2003. 15 p.

3. Mills K, Paul. J. Forest practices and mitigation of debris-flow risk in Oregon, USA // Debris-Row Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment. Rickenmann & Chen (eds). Rotterdam: Millpress, 2003. 5 p.

4. Petrascheck A. Kienholz H. Hazard assessment and mapping of mountain risks in Switzerland // Debris-Row Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment, Rickenmann & Chen (eds). Rotterdam: Millpress, 2003. 17 p.

5. Баринов А.Ю. Геоморфологическая оценка ливневой селеопасности черноморского побережья России: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 2009. 24 с.

6. Баринов А.Ю. Геоморфологический анализ ливневой селеопасности Щели Широкая Балка (Черноморское побережье Кавказа) // Геоморфология. 2010. № 2. С. 19-25.

7. Эйюбов А.Д. Климатические факторы формирования селей в горах Азербайджана // В кн.: Материалы V Всесоюз. совещания по изучению селевых потоков и мер борьбы с ними. Баку: изд. АН Азерб. ССР, 1962. С. 49-55.

8. Набиев Г.Л., Тарихазер С.А. Условия формирования селей и их влияние на экогеоморфологическую ситуацию горных регионов Азербайджана (на примере Нахчыванской АР) // Известия Тульского ГУ. Науки о Земле. 2018. № 2. С. 79-93.

9. Тарихазер С.А., Набиев Г.Л. Оценка проявлений селеопасности в Азербайджане (на примере Большого Кавказа) // Мат-лы IX Межд. науч.-практ. конф. «Горные территории: приоритетные направления развития». Владикавказ. 2017. Т.9. №3(33). С. 257-268.

10. Гахраманов Г.А. О вертикальном распределении атмосферных осадков в Закавказье // Метеорология и гидрология. 1967. № 7. С. 42-49.

11. Харчилава Ф.Е. Обильные осадки в Азербайджане // Труды Закав.НИГМИ. 1969. Вып. 39 (40). С. 97-120.

12. Кац А.Л. Сезонные изменения общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 270 с.

13. Вангенгейм Г.Я. Опыт применения синоптических методов к изучению и характеристики климата. М.: Гидрометеиздат. 1935. 109 с.

14. Дзердзеевский Б.Л. Общая циркуляция и климат. Избранные труды. М.: 1975. 288 с.

15. Ализаде Э.К., Тарихазер С.А. Экогеоморфологическая опасность и риск на

Большом Кавказе (в пределах Азербайджана). М.: МАКСПресс, 2015. 236 с.

16. Alizade E.K., Tarikhazer S.A. Intensification of ecogeological intensity mountainous geosystems in the conditions of activation of hazard geomorphological processes (on the example of Azerbaijan) // The modern problems of geology and geophysics of eastern Caucasus and the south Caspian depression. 34th international geological congress. Brisbane, Australia, 2012. P. 35-52.

17. Алекперова С.О. Экономико-географические исследования влияния селей на хозяйство Азербайджанской Республики: автореф. дис. ... канд. географ. наук. Баку, 2012. 24 с.

18. Рустамов С.Г. Реки Азербайджанской ССР и их гидрологические особенности. Баку: АН Азерб. ССР, 1960. 196 с.

19. Тарихазер С.А., Гамидова З.А., Алекперова С.О. Оценка геодинамической активности селевых явлений в горных геоконплексах (на примере Азербайджанской части Большого Кавказа) // Материалы Международной науч.-практ. конференции молодых ученых, посв. 95-летию НАН Украины. Киев, 2013. С. 396-403.

20. Махмудов Р.Н. Каталог селевых процессов. Баку, 2008. 104 с.

21. Мамедов С.Г. Эколого-геоморфологические особенности бассейнов Гирдыманчая и Вельвеличая и их анализ в ГИС-формате: дис. ... канд. геогр. наук. Баку, 2007. 24 с.

REFERENCES

1. Alizade Eh.K., Tarihazer S.A. Ehzomorfodinamika rel'efa gor i ee ocenka (na primere severo-vostochnogo sklona Bol'shogo Kavkaza). В.: Viktoriya, 2010. 236 s.

2. Inaba H. Notes on the modeling of debris-flow surface images // Debris-Row Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment. Rickenmann & Chen (eds). Rotterdam: Millpress, 2003. 15 p.

3. Mills K, Paul. J. Forest practices and mitigation of debris-flow risk in Oregon, USA // Debris-Row Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment. Rickenmann & Chen (eds). Rotterdam: Millpress, 2003. 5 p.

4. Petrascheck A. Kienholz H. Hazard assessment and mapping of mountain risks in Switzerland // Debris-Row Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment, Rickenmann & Chen (eds). Rotterdam: Millpress, 2003. 17 p.

5. Barinov A.Yu. Geomorfologicheskaya ocenka livnevoj seleopasnosti chernomorskogo poberezh'ya Rossii: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. М., 2009. 24 s.

6. Barinov A.Yu. Geomorfologicheskij analiz livnevoj seleopasnosti Shcheli Shirokaya Balka (Chernomorskoe poberezh'e Kavkaza) // Geomorfologiya. 2010. № 2. S. 19-25.

7. Ehjyubov A.D. Klimaticheskie faktory formirovaniya selej v gorah Azerbajdzhana // V kn.: Materialy V Vsesoyuz. soveshchaniya po izucheniyu selevyh potokov i mer bor'by s nimi. Baku: izd. AN Azerb. SSR, 1962. S. 49-55.

8. Nabiev G.L., Tarihazer S.A. Usloviya formirovaniya selej i ih vliyanie na ehkogeomorfologicheskuyu situaciyu gornyh regionov Azerbajdzhana (na primere Nahchyvanskoj AR) // Izvestiya Tul'skogo GU. Nauki o Zemle. 2018. № 2. S. 79-93.

9. Tarihazer S.A., Nabiev G.L. Ocenka proyavlenij seleopasnosti v Azerbajdzhanе (na primere Bol'shogo Kavkaza) // Materialy IX Mezhd. nauchno-prakt. konf. «Gornye territorii: prioritetye napravleniya razvitiya». Vladikavkaz. 2017. T.9. №3(33). S. 257-268.

10. Gahramanov G.A. O vertikal'nom raspredelenii atmosferynyh osadkov v Zakavkaz'e // Meteorologiya i gidrologiya. 1967. № 7. S. 42-49.

11. Harchilava F.E. Obil'nye osadki v Azerbajdzhanе // Trudy Zakav.NIGMI. 1969. Vyp. 39 (40). S. 97-120.

12. Кач А.Л. Sezonnye izmeneniya obshchej cirkulyacii atmosfery i dolgosrochnye prognozy. L.: Gidrometeoizdat, 1973. 270 s.

13. Vangejnejm G.Ya. Opyt primeneniya sinopticheskikh metodov k izucheniyu i harakteristiki klimata. М.: Gidrometeoizdat. 1935. 109 s.

14. Dzerdzeevskij B.L. Obshchaya cirkulyaciya i klimat. Izbrannye trudy. М.: 1975. 288 s.

15. Alizade Eh.K., Tarihazer S.A. Ehzogeomorfologicheskaya opasnost' i risk na Bol'shom Kavkaze (v predelakh Azerbajdzhana). М.: МАКСПресс, 2015. 236 с.

16. Alizade E.K., Tarikhazer S.A. Intensification of ecogeological intensity mountainous geosystems in the conditions of activation of hazard geomorphological processes (on the example of Azerbaijan) // The modern problems of geology and geophysics of eastern Caucasus and the south Caspian depression. 34th international geological congress. Brisbane, Australia, 2012. S. 35-52.
17. Alekperova S.O. Ehkonomiko-geograficheskie issledovaniya vliyaniya selej na hozyajstvo Azerbajdzhanskoj Respubliki: avtoref. dis. ... kand. geograf. nauk. Baku, 2012. 24 s.
18. Rustamov S.G. Reki Azerbajdzhanskoj SSR i ih gidrologicheskie osobennosti. Baku: AN Azerb. SSR, 1960. 196 s.
19. Tarikhazer S.A., Gamidova Z.A., Alekperova S.O. Ocenka geodinamicheskoy aktivnosti selevyh yavlenij v gornyh geokompleksah (na primere Azerbajdzhanskoj chasti Bol'shogo Kavkaza) // Materialy Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konferencii molodyh uchenyh, posv. 95-letiyu NAN Ukrainy. Kiev, 2013. S. 396-403.
20. Mahmudov R.N. Katalog selevyh processov. Baku, 2008. 104 s.
21. Mamedov S.G. Ehkologo-geomorfologicheskie osobennosti bassejnov Girdymanchaya i Vel'velichaya i ih analiz v GIS-formate: dis. ... kand. geogr. nauk. Baku, 2007. 24 s.

**GEOMORPHOLOGICAL AND CLIMATIC CONDITIONS OF FORMATION
OF MUDFLOWS ON THE NORTH-EASTERN SLOPE
OF THE GREAT CAUCASUS (ON THE EXAMPLE OF THE INTERFLUVE
OF GUSARCHAY-VELVELICHAY)**

Tarikhazer S.A., Nabiyev G.L.

Annotation: *Object.* Mudflow formation refers to dangerous relief-forming processes. The widespread development of favorable natural conditions for the formation of mudflows increases the risk of occurrence of dangerous situations, which bear social disasters and lead to large material losses. *Aim.* In connection with the sharp increase in the anthropogenic pressure on the northeastern slope of the Greater Caucasus, there is an excessive activation of mudflow phenomena. The geological, geomorphological and climatic conditions of the formation of mudflows are considered by the example of the Gusarchay-Velvelichay interfluvium and the assessment of their activity under conditions of climate change is given. *Method.* A study of the Gusarchay-Velvelichay interfluvium was carried out on the basis of data from the interpretation of satellite images (SI) in order to identify the degree of mudflow danger and the type of mudflow. *Results.* The meteorological conditions on the northeastern slope of the Greater Caucasus, causing mudflows between the Gusarchay-Velvelichay interfluvium, were analyzed. As a result of the study, based on the materials for interpretation of space images (SI), 5 categories of mudflow hazard have been identified, each of which corresponds to a certain amount of flow and volume of removal of mudflows.

Key words: mudflow processes, risk, mudflow hazard, climatic factor, rainstorm character, interpretation, ecological tension, anthropogenic impact.

© Тарихазер С.А., Набиев Г.Л., 2019

Тарихазер С.А., Набиев Г.Л. Геоморфологические и климатические условия формирования селевых потоков на северо-восточном склоне Большого Кавказа (на примере междуречья Гусарчай-Вельвеличай) // Вектор ГеоНаук. 2019. Т.2. №1. С. 68-82.

Tarikhazer S.A., Nabiyev G.L., 2019. Geomorphological and climatic conditions of formation of mudflows on the north-eastern slope of the Great Caucasus (on the example of the interfluvium of Gusarchay-Velvelichay). Vector of Geosciences. 2(1): 68-82.
