

География

УДК 552.16

В. А. МЕТАНДЖЯН, Ф. ДАХАН ГОУ, Р. Г. ГЕВОРКЯН

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕЛЬЕФА И ОЦЕНКА СНОСА НАНОСОВ В БАССЕЙНЕ ОЗ. СЕВАН

В горных странах многие морфометрические параметры определяют характер и интенсивность проявления большинства экзогенных геологических процессов. Именно этим продиктовано проведение целенаправленных морфометрических исследовательских работ по бассейну озера Севан. Общеизвестно, что величина уклона рельефа влияет на интенсивность экзогенно-эрозионных процессов. С увеличением уклонов заметно возрастает и активность плоскостной и линейной эрозии. Анализ материалов морфометрических и геоморфологических исследований показал, что наибольшими уклонами отличаются не тенистые, а освещенные склоны (интенсивным расчленением и активностью экзогенных процессов).

Тенденция увеличения стока взвешенных наносов связана с возрастанием уклонов горных склонов, а также с увеличением антропогенной нагрузки на ландшафт. Современное состояние Севанского бассейна требует проведения мониторинга и разработки стратегии защиты и улучшения окружающей среды.

Морфометрические исследования в Армении начали развиваться систематически и с определенной целенаправленностью с первой половины 1950-х годов в основном в двух центрах: на географическом факультете ЕГУ и в отделе географии института геологических наук НАН РА.

С целью установления научно-обоснованной прикладной направленности характеристики и оценки основных элементов природно-территориальных комплексов (ПТК), условий селеобразования, динамики и хода развития эрозионных процессов, русловых деформаций, сноса твердых материалов и других активно действующих геологических и геоморфологических процессов был проведен мониторинг по комплексным ландшафтным исследованиям методом ежегодных повторных геодезических наземных стереофототеодолитных измерений и съемок на шести характерных репрезентативных стационарных участках. Был также проведен анализ материалов морфометрических измерений и карт, составленных на их основе в масштабе 1:50 000.

Результаты проведенных исследований указывают на высокую активность всех динамических процессов и аридизацию всех морфологических уровней ПТК в период резкого спада уровня зеркала оз. Севан. Полевые исследования последних 2–3-х лет дают основание констатировать некоторое

замедление этих процессов, возможно, в связи с началом подъема уровня озера [1–3].

Рельефные условия несомненно описываются такими взаимосвязанными и взаимообусловленными признаками, как гипсометрия, уклоны, горизонтальное и вертикальное расчленение, экспозиция. В горных странах среди многих морфометрических параметров выступают именно вышеотмеченные признаки, которые и определяют характер и интенсивность проявления большинства экзогенных геологических процессов. Именно этими обстоятельствами продиктовано проведение широких, целенаправленных морфометрических исследовательских работ по бассейну оз. Севан. Полученные морфометрические параметры, статистические данные и картографический материал легли в основу количественной и качественной характеристики рельефа, а также ландшафтных исследований геоморфологических условий селеобразования, эрозионных явлений, русловых деформаций и других активно действующих геологических процессов.

Основным исходным материалом морфометрических исследований были признаны крупномасштабные (1:50 000) топографические карты данного района, по которым проводились основные картометрические работы [1–3]. Результатом обширных работ явилось создание крупномасштабных (1:50000) карт уклонов, экспозиций горизонтального и вертикального расчленения рельефа по всему Севанскому бассейну с общей площадью 4012,68 км².

Для характеристики уклонов поверхности Севанского бассейна в процессе многочисленных экспериментов, исследований и анализа имеющегося опыта, а также многоцелевого применения параметров была выработана девятибалльная шкала градации уклонов: 0–2, 2–4, 4–7, 7–10, 10–15, 15–20, 20–30, 30–40, 40⁰ и более.

Анализ данных морфологических карт показывает, что уклонами до 2⁰ характеризуются межгорные котловины (Масрикская, Гаварагетская, Аргичинская, Дзкнагетская), а также обнажившиеся участки дна озера и некоторые части вулканических плато (Гегаркуняц). Участки с уклонами 2–4⁰ соответствуют привершинным плато вулканических нагорий, предгорным шлейфам и нескольким поверхностям выравнивания. Уклоны величиной 4–7⁰ характерны для склонов вулканических нагорий, конусов выноса денудационных террас и поверхностей выравнивания. Участки с уклонами 7–10⁰ соответствуют относительно пологим склонам вулканических нагорий. Уклоны 10–15⁰ характерны вершинным участкам нагорий, экструзивным массивам, вулканическим конусам, склонам трогов и каров, а выше 15⁰ – склонам глыбово-складчатых горных хребтов, в пределах которых наблюдаются уклоны 30⁰ и более (склоны селевых логов, водосборных воронок и водораздельных участков).

Анализ карт уклонов бассейна оз. Севан позволяет констатировать, что в пределах вулканических нагорий доминирующими являются уклоны 7–15⁰, вулканических плато – 2–7⁰, на складчато-глыбовых хребтах – 15–30⁰, на дне межгорных котловин и обнажившейся части дна озера – до 2⁰. Общеизвестно, что величина уклона рельефа влияет на интенсивность экзогенно-эрозионных процессов. С увеличением уклонов заметно возрастает и активность плоскостной и линейной эрозии. Сопоставление материалов морфометрических и

геоморфологических исследований с картой эродированности поверхности Севанского бассейна показывает, что на склонах с уклоном до 2° процесс эрозии и сноса отсутствует, здесь идет процесс аккумуляции, а в некоторых местах даже заболачивания. На склонах с уклоном до 4° проявляется незначительная эрозия, формирование водной струи, образуются русла в виде оврагов и борозд, т.е. начинается линейная эрозия.

Необходимо отметить, что несколько иная картина наблюдается даже при меньших уклонах на участках обнажившейся части дна озера, где происходит интенсивная, прогрессирующая глубинная и боковая эрозия, которая обусловлена понижением базиса эрозии рек. Здесь реки усиленными темпами формируют свои продольные профили равновесия в рыхлых озерных отложениях, не только углубляя (на 10–12 м в 20 лет), но и расширяя (местами до 100–150 м) свои русла (рр. Аргичи, Масрик, Драхтик, Дзкнагет и др.). На склонах до 4° эродирующая сила потока постепенно увеличивается, линейная эрозия создает горизонтальное расчленение поверхности, особенно в местах, сложенных озерно-речными отложениями. На склонах $4-7^{\circ}$ линейная эрозия еще более усиливается, создавая предпосылки процессу размыва и усиления горизонтального расчленения поверхности. На склонах $7-10^{\circ}$ повсеместно наблюдается размыв и наряду с горизонтальным начинается и глубинное расчленение.

Начиная с уклонов $10-15^{\circ}$ в зависимости от литологического состава пород помимо интенсивной эрозии происходит и плоскостной смыв почвенного покрова. На склонах с уклоном более 15° и особенно интенсивно при уклонах более 20° наблюдаются гравитационные процессы и выветривание, что приводит к сплошному разрушению и сносу почвенного покрова. На восточном побережье интенсивность эрозии принимает катастрофический характер. На склонах $30-40^{\circ}$ и более сильно развиты гравитационные процессы (каменные потоки, оползни, обвалы), выветривание и денудация. Широко распространены выходы коренных пород. На этих склонах растительный покров отсутствует, что создает благоприятные условия для образования твердого селевого материала, подлежащего сносу.

Для бассейна оз. Севан характерны следующие основные мезоэкспозиции: юго-западная (Арегунийский, Севанский хребты), западная (Севанский хребет), северная (Вардениское нагорье) и восточная (Гегамское нагорье). Микроэкспозиции многочисленны, что зависит от степени густоты овражно-долинного расчленения. По бассейну оз. Севан составлены карты микроэкспозиций, анализ которых показывает, что их частота (количество склонов различных экспозиций на единицу площади) высокая в пределах складчатоглыбовых хребтов и низкая в пределах вулканических нагорий. Именно это и можно считать одним из основных факторов того, что в первом типе рельефа экзогенные процессы более разнообразны, активны и быстрее меняются на коротких расстояниях, чем в вулканическом рельефе, где они относительно однотипны.

Неравномерное распределение солнечной энергии на склонах с различными экспозициями приводит к микроклиматическим различиям, которые оказывают свое влияние на весь комплекс экзогенных геологических процессов и на формирование различных природно-территориальных комплексов.

Исходя из этого, различают: освещенные (Ю., Ю.-З. и отчасти З. экспозиции), тенистые (С., С.-З., С.-В.) и среднеосвещенные склоны. Ввиду того, что влияние фактора экспозиции на склоны становится ощутимым начиная с уклонов 2^b , картографировались именно такие склоны.

Анализ данных морфометрических и геоморфологических исследований показал, что наибольшими уклонами, интенсивным расчленением и активностью экзогенных процессов отличаются не тенистые, а освещенные склоны. Экспозиция является важным фактором, влияющим на развитие экзогенных процессов. Так, процессы механического выветривания и денудации протекают особенно интенсивно на освещенных склонах, на средних склонах они умеренны, на тенистых – слабы. Это объясняется тем, что освещенные склоны сухие, слабо задернованные, в то время как средние и тенистые склоны, получающие меньше солнечной энергии, относительно влажные, сильно задернованные, а это противодействует процессам эрозии и сноса.

Как показали исследования, по сравнению с так называемыми значениями «энергии рельефа» (амплитуды высот на единицу площади), полученные данные в большей степени исключают случайные, резкие колебания морфометрических показателей из-за произвольных смещений заданной площади. Полученные параметры уклонов горных склонов указывают на достаточно объективную и весьма наглядную характеристику степени протекания горизонтального и вертикального эрозионного процесса.

Сток взвешенных наносов. Бассейн оз. Севан составляет 4891 км^2 (включая Алагелларскую котловину), из этой площади зеркало озера – 1250 км^2 ; водосборная площадь – 3641 км^2 , однако Алагелларская котловина не имеет поверхностного стока, и ее мы исключаем. Таким образом, истинная площадь водосборного бассейна на суше – 3511 км^2 .

Таблица 1

Гидрологические наблюдения на реках Севанского бассейна

Река – пункт наблюдения	Площадь водосбора, км^2	Средняя высота н. у. м., м
Дзкнагет – с. Цовагюх	85	2220
Масрик – с. Мец Мазра	327	2387
Масрик – сс. Цовак, Торфаван	685	2310
Варденис – с. Варденик	110	2680
Мартуни – с. Геховит	84	2760
Аргичи – с. Верин Геташен	366	2470
Гаварагет – с. Норадуз	467	2430

В бассейне озера наблюдения за мутностью речных вод (т.е. за стоком взвешенных наносов) производятся станциями и постами гидрометслужбы, расположенными в западной и южной частях бассейна на рр. Дзкнагет, Масрик, Варденис, Мартуни, Аргичи, Гаварагет (таблица 1). Наблюдения из 3511 км^2 бассейна охватывают 1797 км^2 , т.е. 51% территории не охвачен наблюдениями, что вызывает большие затруднения при составлении карты стока взвешенных веществ. Нет наблюдений в восточной части бассейна, на территории склона Арегуни-Севанской системы, где однако происходит наиболее интенсивный смыв.

В бассейне оз. Севан выделяются два генетически разнородных геолого-морфологических участка [4]: вулканические покровы (Гегамский и Варденисский хребты); складчато-глыбовые структуры (Арегуни-Севанский, Восточно-Севанский денудированные хребты). Граница между ними проходит по длинной оси озера. Эти два участка резко отличаются друг от друга как по форме рельефа, так и по интенсивности денудации. Вулканические покровы имеют сравнительно пологий, слабо расчлененный эрозией рельеф. Породы трещиноваты, на многих участках (например в ярусе высоких гор) покрыты чингилами (каменные россыпи), на них нет поверхностного стока и атмосферные осадки инфильтруются, образуют подземные воды и выходят на поверхность в виде мощных родников. Они лишены взвешенных наносов. Например, северная часть Гегамского хребта или восточная часть Варденисского покрыты глыбовыми лавами четвертичного (голоценового) возраста, на которых нет поверхностного стока. Сток образуется на плиоценовых и древнечетвертичных лавах.

Совершенно иная картина наблюдается на участке со складчато-глыбовым строением. Здесь склоны Арегунийского, Севанского и Восточно-Севанского хребтов сложены плотными осадочными породами: песчаниками, мергелистыми известняками, магматитами. Весь комплекс пород слабо водопроницаем или непроницаем, падение пластов – на северо-восток (в сторону Куринской депрессии). Реки, формирующиеся на этих склонах, не отличаются водностью, но имеют крутое падение и богаты взвешенными и влекомыми наносами. Атмосферные осадки в этом подрайоне быстро переходят в сток, смывая склоны. Территория сильно расчленена эрозией, местами появляется рельеф типа бедлендов. Здесь часто возникают селевые потоки, причиняющие ущерб народному хозяйству.

Таблица 2

Среднегодовой сток взвешенных наносов рек Севанского бассейна

Река – пункт наблюдения	Сток наносов/год	
	тыс. т	т/км ²
Дзкнагет – с. Цовагюх	3,8	45
Масрик – с. Торфаван	7,16	10,5
Масрик – с. Мец Мазра	4,7	14
Варденис – с. Варденик	2,0	18
Мартуни – с. Геховит	2,8	33
Аргичи – с. Верин Геташен	8,0	22
Гаварагет – с. Норадуз	9,0	22
Всего:	37,46	164,5

Сток взвешенных наносов изучен по данным мутности и расхода воды рек. Перемножая мутность на расход воды, выводим расход взвешенных наносов. Выведены среднемесячные расходы, из которых получены среднемесячные, затем и среднегодовые стоки. В настоящей работе использованы материалы Гидрометслужбы начиная с 1965 г. [5] (таблица 2).

Из табл. 2 видно, что в изученной части Севанского бассейна в озеро ежегодно сбрасывается более 37 тыс. т взвешенных наносов. Однако это именно та часть бассейна, где денудация самая слабая, т.к. почва здесь

задернена или чингилы полностью поглощают поверхностные воды. Основная масса взвешенных наносов в оз. Севан поступает с восточного берега озера. Усиленная эрозия на склонах Арегуни-Севанской части бассейна обусловлена рядом факторов, главным образом – антропогенным воздействием.

До середины прошлого века на склонах Арегунийского и Севанского хребтов существовали лесные массивы. К концу прошлого века леса были вырублены, и это усилило размывание склонов, участились и селевые явления. До искусственного понижения уровня оз. Севан на Шоржинском побережье рыбаки часто находили олени рога, и это являлось бесспорным доказательством существования здесь в прошлом лесов.

Далее, вследствие интенсификации пастьбы скота на склонах сильно усилилась почвенная эрозия. Местами значительные участки склонов лишены почвенно-растительного покрова и обнажаются голые скалы или выветрелый грунт. Таким образом, наиболее интенсивный смыв в бассейне озера обнаружен на востоке, где экспозиция склонов южная и наблюдается аридность ландшафтов.

Таблица 3

Сводные данные о стоке взвешенных наносов в год

Бассейны	Площадь, км ²	Сток наносов		
		тыс. т	т/км ²	мкм/год
Изученная часть бассейна	1797	37,5	21	9
Неизученная часть вулканических р-нов	864	17,0	20	9
Мазринская долина	250	3,7	15	7
Арегуни-Севанский хребет	600	90,0	150	70
Всего:	3511	148,2	206	95

Севанский хребет по размытости напоминает южный склон Базумского хребта (левобережье бассейна р. Памбак). На этой реке имеется гидрологическая станция, и по ее данным взвешенный сток р. Памбак – средний показатель (модуль) годового смыва – составляет 146 т/км². Правобережье, имеющее северную экспозицию, слабо денудировано, значит, южные склоны Базумского хребта имеют значительно больший показатель, т.е. не менее 250 т/км². Исходя из этого, считаем, что на Севанский хребет в целом приходится примерно 150 т/км² наносов, а местами – до 500–700 т/км². Судя по пролювиальным отложениям селевых сносов можно полагать, что за один сель выносятся несколько десятков тысяч тонн. Это относится к таким рекам, как Бабаджан, Сатанахач, Дара, Шишкая.

Реки Севанского бассейна ежегодно сбрасывают в оз. Севан около 150 тыс. т взвешенных наносов, что составляет примерно 100 тыс. м³ (при объемном весе наносов 1,5 г/см³). Толщина слоя смыва в вулканических районах составляет 8–9, в Арегуни-Севанском районе 70 мкм /год (табл. 3).

Изучение стока взвешенных наносов по территории республики показывает, что от истока рек к устью сток взвешенных наносов увеличивается. Например, в бассейне р. Воротан (у с. Борисовка) показатель стока взвешенных наносов равен 6,0 т/км², ниже по реке (у с. Ангехают) – 26,7 т/км², а в пункте Воротан – 67,8 т/км². Это вполне относится и к оз. Севан.

С увеличением высоты местности эрозия почв ослабевает, т.к. задерно-

ванность возрастает, почва надежно защищена от воздействия дождевых капель и талых вод.

Наиболее интенсивный смыв наблюдается в среднегорном поясе, где происходит конценрация струй водных потоков и увеличение их «живой силы». В среднем и нижнем течении падение рек уменьшается, они меандрируют, и вследствие боковой эрозии увеличивается мутность речных вод. В этом процессе принимает участие дефлюкция, которая снабжает реки взвешенным материалом.

Таким образом, на равнине вокруг озера реки несут материал боковой эрозии, а в среднегорье с увеличением уклона возрастает смыв со склонов. В высокогорьях уклоны уменьшаются, задернованность возрастает, эрозия уменьшается. На равнинах, окружающих озеро, происходит аккумуляция части взвешенных наносов. В этом отношении преимущественная аккумуляция пролювиальных отложений наблюдается на северной окраине Мазринской равнины.

Анализ формирования взвешенных наносов рек Севанского бассейна показывает следующее.

1. Отчетливо выражено различие по смыву на двух генетически разнородных участках бассейна: интенсивный смыв в восточной складчато-глыбовой (Арегуни-Севанской) части и сравнительно слабый – в вулканической (Гегамской).

2. В бассейне оз. Севан имеются участки, где наблюдается преимущественно аккумуляция взвешенных наносов: долины рек Аргичи, Масрик, Алагелларская котловина.

3. В формировании стока взвешенных наносов четко проявляется высотная поясность: в вершинном поясе гор, где простираются вулканические пологие плато, смыв самый минимальный. По мере уменьшения высоты местности мутность речных вод, следовательно, и сток взвешенных наносов возрастают.

4. Наиболее интенсивный смыв констатирован на склонах Севанского хребта, в частности в восточной его части.

5. В противоэрозионных, противоселевых мероприятиях нуждаются склоны Арегунийского и Севанского хребтов.

В заключение отметим, что ныне наблюдается тенденция увеличения стока взвешенных наносов, связанная с возрастанием антропогенной нагрузки на ландшафты. Особенно отрицательно отражается пастьба скота. Современное состояние Севанского бассейна требует проведения мониторинга и разработки стратегии защиты и улучшения окружающей среды.

Кафедра минералогии, петрологии и геохимии

Поступила 06.07.2006

ЛИТЕРАТУРА

1. Метанджян В.А., Зограбян А.Н., Цветков Д.Н. Значение наземной стереограмметрии при изучении склоновых процессов. Материалы юбилейной научной сессии к 25-летию АН Арм. ССР и 10-летию отд. географии ИГН АН Арм. ССР. 1968.
2. Метанджян В.А., Казакова Н.М., Зограбян А.Н. Методика изучения современных экзогенных рельефообразующих процессов в бассейне оз. Севан. Доклады 7-ой геоморфологической комиссии при отд. Науки о Земле АН СССР, Киев, 1968.

3. **Метанджян В.А.** Природно-территориальные комплексы бассейна озера Севан: Автореф. дис. на соискание уч. степ. канд. географ. наук. Ер.: Изд-во ЕГУ, 1971, 254 с.
4. Геология озера Севан. Под редакцией Сатиана М.А., Чилингаряна Г.В. Ер.: Изд-во НАН РА, 1994, 181 с.
5. **Геворкян Р.Г., Габриелян Г.Ж., Бальян С.П.** и др. Эколого-геохимическая оценка загрязненности природной среды бассейна оз. Севан (научно-технический отчет). Ер., 1990, 62 с.

Վ. Ա. ՄԵԹԱՆՋՅԱՆ, Ֆ. ԴԱՀԱՆ ԳՈՈՒ, Ռ. Գ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

ՄԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ԱՎԱԶԱՆԻ ՌԵԼԻԵՖԻ ՉԵՎԱԶՍՏՈՒԿԱՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇ-ՆԵՐԸ ԵՎ ԲԵՐՎԱԾՔՆԵՐԻ ՏԵՂԱՏԱՐՄԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ո մ

Էկոգեն երկրաբանական պրոցեսների մեծ մասի արտահայտման ինտենսիվությունը և բնութագրումը նախանշվում են լեռնային երկրների բազմաթիվ ձևաչափական պարամետրերով: Հենց դրանով է պայմանավորված Սևանա լճի ավազանում ձևաչափական հետազոտական աշխատանքների կատարման անհրաժեշտությունը: Հայտնի է, որ ռելիեֆի թեքության աստիճանը ազդում է էկոգեն էրոզիոն պրոցեսների ինտենսիվության վրա: Հարթ և գծային էրոզիայի ակտիվությունը զգալի զարգանում է լանջի թեքության աճին զուգընթաց: Ձևաչափական և գեոմորֆոլոգիական տվյալների անալիզը ցույց է տվել, որ ոչ մեծ թեքություն ունեցող լանջերը ավելի լուսավոր են, նրանք աչքի են ընկնում էկոգեն պրոցեսների առավել ակտիվությամբ և ինտենսիվ կտրավածությամբ: Բերվածքների զարգացման տենդենցը կախված է լեռնային լանջերի թեքության աճից և լանդշաֆտի անտրոպոգեն բեռնվածությունից: Սևանի ավազանի էկոլոգիական արդի վիճակը թելադրում է մոնիտորինգի անցկացում, շրջակա միջավայրի բարելավում և պաշտպանման հայեցակարգի մշակում:

V. A. METANJYAN, F. DAHAN GOU, R. G. GEVORGYAN,

MORPHOMETRIC FACTORS OF THE RELIEF AND ESTIMATION OF ALLUVION DRIFTS IN THE BASIN OF LAKE SEVAN

Summary

In mountainous countries the nature and intensity of most eczogenic geologic processes are determined by many morphometric parameters. Indeed, this state causes the need of morphometric research work in the basin of Lake Sevan. It is a well-known fact that down gradient of the relief influences on the intensity of eczogenic and erosion processes. Rise in down gradient causes activity of plane and linear erosion. The analysis of morphometric and geomorphologic materials showed that the greatest slopes don't have shady ones, but the lighter slopes having intensive folding and activation of eczogenic processes.

The tendency of rise in weighted flow is related to the slope increase of mountain rocks as well as anthropogenic load on the landscape. The current ecological state of the Sevan basin requires monitoring and development of protection and improvement strategy of environment.