

МЕТОДИКА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 551.4.012 : 528.067.4

Ф. С. ГЕВОРКЯН, Ж. М. КАРАПЕТЯН

**К МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ
ДИНАМИКИ РЕЛЬЕФА**

Излагается опыт применения комплекса геоморфолого-геодезических методов для исследования и картографирования динамики рельефа горных территорий. На примере северо-восточной части бассейна оз. Севан (Армянская ССР) разработана методика составления сводной комплексно-синтетической карты, отображающей количественные изменения (скорость денудации и аккумуляции) рельефа.

Геоморфологические исследования в различных районах Армянской ССР показали, что для получения наиболее достоверных данных о динамике рельефа горных территорий необходимо применение комплексных методов. Первый этап работы заключается в выделении и картографировании участков с различной морфографической характеристикой и интенсивностью преобладающих экзогенных процессов, второй — в определении скорости денудации и аккумуляции. В настоящей статье на примере северо-восточной части бассейна оз. Севан характеризуется методика геоморфолого-геодезических исследований для картографирования динамики рельефа.

Рельеф горных территорий состоит из склонов гор, предгорий и внутригорных и нагорных равнин. Основным критерием разграничения этих морфографических единиц являются уклоны. В свою очередь сами поверхности изрезаны многочисленными оврагами и долинами, которые на разных участках имеют весьма различные густоту и глубину расчленения. Эти показатели рельефа отражают результат единого процесса эрозионного расчленения и сами влияют на весь ход экзогенных процессов рельефообразования. Для совместной фиксации на карте величин горизонтального и вертикального расчленения и уклонов рельефа нами предложена морфометрическая характеристика «энергия рельефа» (Зограбян, Геворкян, 1969). Кроме того, была применена также балльная оценка морфометрических показателей (Геворкян, 1972). Баллами был оценен, кроме вышеуказанных показателей, также фактор экспозиции.

Северо-восточная часть бассейна оз. Севан (шириной 2—10 и длиной 80 км) в основном занята юго-западными склонами Арегунийского и Севанского хребтов, которые характеризуются очень сильным эрозионным расчленением и интенсивным поверхностным сносом (сумма баллов 15—30). Короткие (до 3 км) склоны Арегунийского хребта изрезаны мелкими сухими поперечными долинами; склоны Севанского хребта длиннее (4—8 км) и расчленены более длинными долинами. Крутизна склонов хребтов в среднем составляет 20—30°, глубина до-

лин 200—500 м, преобладают склоны южной экспозиции. Раньше они были покрыты лесами, но вследствие интенсивной вырубki, а также неправильной организации выпаса животных почвенно-растительный покров был нарушен и склоны попали под влияние интенсивной денудации. Они покрыты маломощными делювиальными и делювиально-пролювиальными отложениями, мощность которых увеличивается в нижних частях склонов и днищах долин (до 10—15 м). При выпадении ливневых дождей эти отложения образуют основную массу селевого материала. На склонах в основном развиты речная эрозия и интенсивный поверхностный смыв. Водораздельные пространства характеризуются довольно сильным расчленением (сумма баллов 10—15). Уклоны поверхности не превышают 15°, широко распространены слабопогоние и волнистые поверхности выравнивания. Здесь развиты речная эрозия и слабый делювиально-пролювиальный снос, местами в высокогорных увлажненных районах — дефлюкционное оплывание элювиально-делювиальных отложений.

Кроме того, в исследуемом районе выделяется прибрежная узкая полоса шириной до 2 км (в среднем 0,5—1,0 км). Она характеризуется суммой баллов до 10. Здесь преобладает аллювиально-пролювиальная и делювиальная аккумуляция. До искусственного понижения уровня озера прибрежная зона почти отсутствовала, и склоны хребтов обрывались к озеру, а аккумуляция происходила под водой, где и образовался подводный шлейф. Рыхлые несцементированные отложения легко поддаются размыву текущими водами. Речная эрозия и аккумуляция отличаются здесь высокими скоростями.

Выделенные морфологические типы рельефа характеризуются различными величинами суммы баллов (до 30) морфометрических показателей и соответственно разным характером и интенсивностью экзогенных процессов (Рис. 1).

Вторым этапом исследований, как говорилось выше, является определение интенсивности (скорости) денудации и аккумуляции. Одним из основных критериев определения интенсивности денудации на более или менее обширных участках является величина твердого стока. Инструментальные натурные повторные съемки более эффективны на ограниченной площади особенно на тех участках, где современные процессы рельефообразования наиболее интенсивны.

По данным Г. К. Габриеляна (1973), химический сток на изучаемой нами территории колеблется от 10—20 *мг/год* (на Арегунийском хребте) до 20—40 *мг/год* (на средних и нижних склонах Севанского хребта); сток взвешенных наносов соответственно от 10—20 *мг/год* до 40—60 *мг/год*. Процент влекомых материалов в среднем составляет 50% взвешенного стока. К твердому стоку необходимо добавить также селевой смыв, который часто не выражается в общем объеме твердого стока. В изучаемой нами зоне зарегистрированы 11 селеобразующих бассейнов общей площадью около 200 *км²*. Селевые потоки в основном принадлежат к грязекаменному типу, а повторяемость их около одного раза за три года.

По нашим расчетам, которые базируются на данных многолетних наблюдений за селевыми потоками, из Севанского хребта селями выносятся в среднем около 15—30 *мг/год* твердого материала, а со склонов Арегунийского хребта 10 *мг/год*. Учитывая все виды твердого стока, можно установить, что интенсивность денудации на Арегунийском хребте в среднем составляет 40—50 *мг*, в средних и нижних зонах Севанского хребта 100—120 *мг*, а в верхних зонах около 60—80 *мг/год*.

Необходимо отметить, что твердый сток дает лишь приближенные данные о скорости денудации, так как здесь отражается лишь флювиальный снос, а гравитационное движение материала на участках, где отсутствует речная сеть, не учтено.

Снесенный со склонов материал в основном отлагается в прибрежной зоне. В год здесь накапливается от 50 до 200 *мк* и более твердого материала.

Для получения более детальных и подробных данных о величине линейной эрозии и аккумуляции на конусах выноса и других динамичных элементах рельефа были проведены инженерно-геодезические исследования, в том числе повторное геодезическое профилирование речных долин на отдельных створах с заложением постоянных реперов¹. С помощью детальных стационарных инструментальных съемок на характерных для данного бассейна ключевых участках была установлена скорость глубинной и боковой эрозии, деформации русел и дельт рек и т. д. На 4 ключевых участках проводились ежегодные мензульные съемки, ежегодное нивелирование заснятой территории. По отдельным створам такие съемки проводились через пять лет. На наиболее активно изменяющихся участках были применены наземные стереофотограмметрические съемки. Заснятые фотопластины обрабатывались графомеханическим способом на стереоавтографе 19—13/18 с составлением крупномасштабных карт и планов. Фототеодолитные станции съемок расположены как на селевых логах, так и по крутым склонам долин. Всего заснято 7 ключевых участков с 8 базисов. Все погрешности инструментальных съемок были в пределах допустимых норм ошибок для данного типа инструмента. В итоге детальными инструментальными исследованиями были охвачены 30% изучаемой нами территории, в том числе 65% прибрежной зоны.

Анализ повторных топогеодезических материалов показал, что современные процессы рельефообразования на разных участках исследуемой территории характеризуются различной скоростью. Например, по данным повторных нивелировок по некоторым боковым долинам за период 1968—1971 гг. селевые лога углубились на 40—100 *мм* и расширились на 150—200 *мм* (при среднегодовой скорости изменения от 10—50 *мм* и от 40 до 50 *мм* соответственно). На других логах и реках скорость изменения была меньше (Карапетян, 1971).

Аллювиально-пролювиальная аккумуляция наиболее интенсивно происходит в конусах выноса селеносных рек, прирост которых по длине составляет от 10 до 30 *м/год*. В верхней части конусов выноса, где они примыкают к склонам, наблюдается интенсивная пролювиально-делювиальная аккумуляция, скорость которой составляет от 5,0 до 13,0 *см/год*, а местами до 15 *см/год*.

Особый интерес представляет сопоставление материалов повторных нивелировок по некоторым створам конусов выноса селевых логов. Было установлено, что глубинная эрозия в руслах этих логов составляет в среднем 30—40 *см/год*, а боковая эрозия 20—30 *см/год*. Кроме того, была определена также скорость перемещения грубообломочного материала по селевым логам. Статистические подсчеты показали, что из пронумерованных 36 валунов в размере от 0,5 до 1,0 *м³* на месте оказались лишь шесть, а остальные были обнаружены на расстоянии от 10—15 до 100—120 *м* вниз по течению рек.

Количественные характеристики дали возможность составить карты динамики рельефа. Изменения рельефа наиболее выразительно показывает сводная комплексно-синтетическая карта. Такая карта позволяет отобразить как интенсивность, так и пространственные закономерности наиболее активных факторов рельефообразования. В цветном варианте в качестве главного содержания такой карты (площадной фон) нами предлагается принять морфометрический показатель, отображаю-

¹ В мензульных съемках северо-восточной части бассейна (на участке долины р. Тохлуджа) в 1967 и 1968 гг. участвовал В. А. Метанджян, а повторные съемки последующих лет, нивелирование и все фотограмметрические работы выполнены Ж. М. Карапетяном.

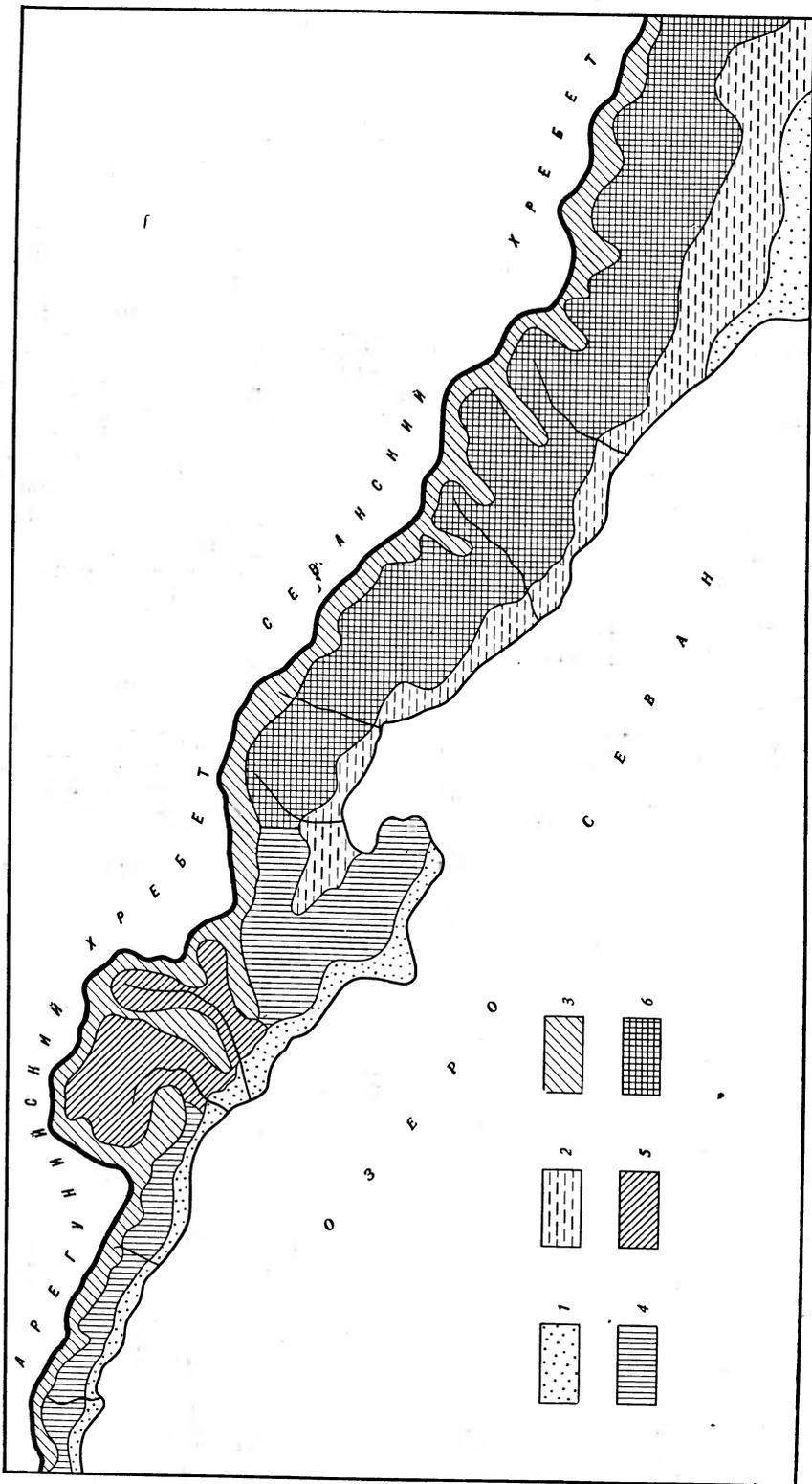


Рис. 1. Картохема морфологических типов рельефа северо-восточной части бассейна оз. Севан и соответствующие им величины сумм баллов морфометрических показателей.

Прибрежная полоса: 1 — до 5, 2 — 5—10. Водораздельные участки: 3 — 10—15. Склоны складчатого-глыбовых хребтов: 4 — 15—20; 5 — 20—25; 6 — 25—30

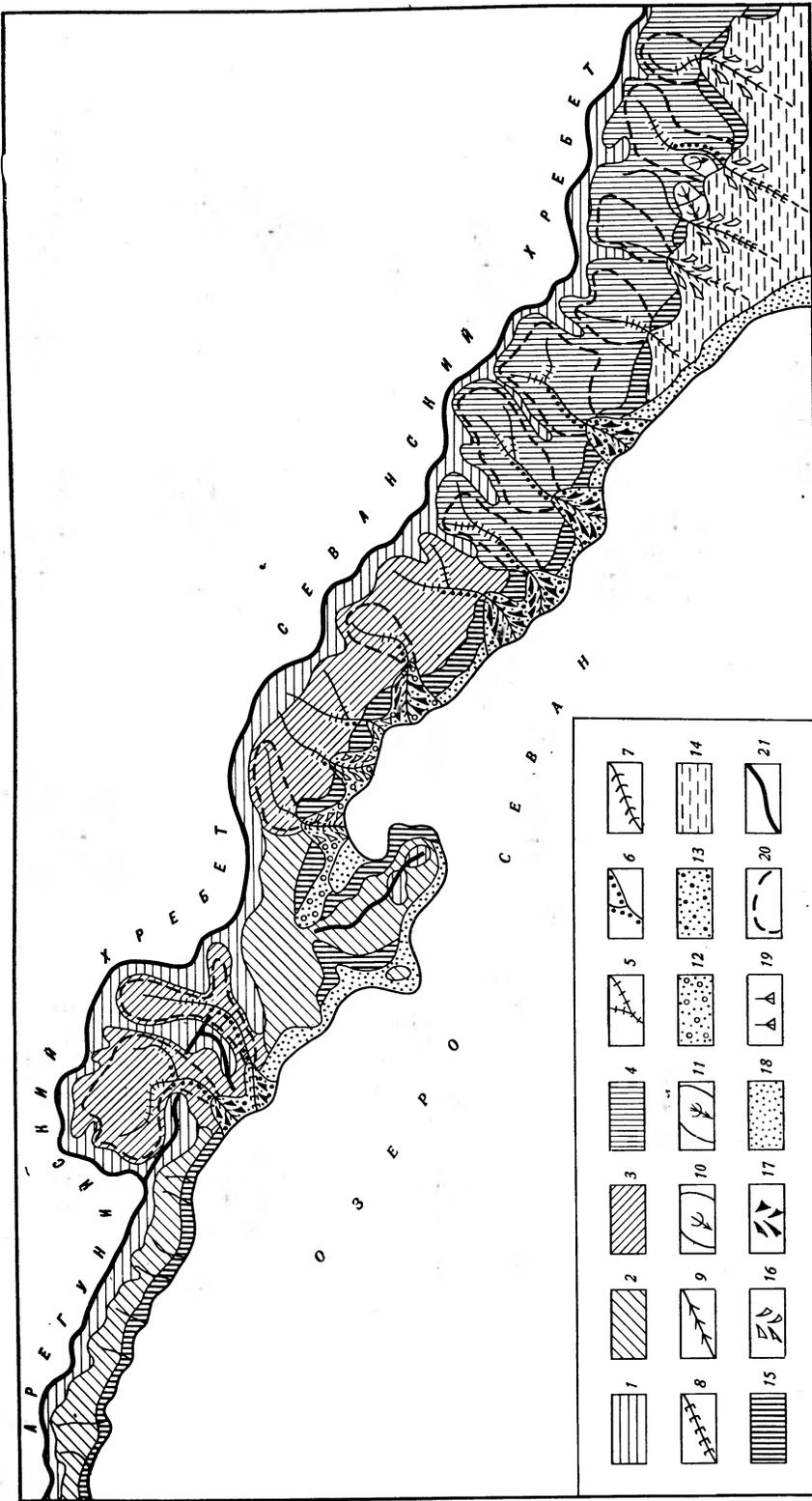


Рис. 2. Карта динамики рельефа северо-восточной части бассейна оз. Севан.

Участки с преобладанием денудации. Площадной смыв (мк/год): 1 — делювиально-пролювиальный снос в гребневой части хребтов — до 50; пролювиально-делювиальный снос на склонах: 2 — 50—100, 3 — 100—150, 4 — более 150. Речная эрозия в долинах рек и боковых логах (м/год): 5 — слабая глубинная (<10) и боковая (<45), 6 — активная глубинная (10—50) и боковая (>45). Речная эрозия в конусах выноса селеносных рек (см/год): 7 — углубление русел (до 20) и расширение (до 15), 8 — то же, 20—50 и 15—40, 9 — то же, 50 и >40. Локальная денудация (движение оползней) (м/год): 10 — пассивное (<25), 11 — активное (25—33). Участки с преобладанием аккумуляции. Аллювиально-пролювиальная аккумуляция. Аллювиально-пролювиальная аккумуляция (мк/год): 12 — до 100, 13 — 100—200, 14 — 200; 15 — делювиально-пролювиальная аккумуляция в нижних частях склонов (5—10 см/год). Приrost селевых конусов выноса по длине (м/год): 16 — <10, 17 — >10. Прочие обозначения: 18 — пляжи (участки бывшей аккумуляции); 19 — мелкие пролювиальные конусы выноса; 20 — градины селеформирующих бассейнов; 21 — водораздел.

щий в одной величине уклоны, экспозицию, густоту и глубину расчленения (по балльной оценке, «энергии рельефа» или другим синтетическим показателям), которые должны выразить степень эрозионного расчленения рельефа с учетом морфографических элементов.

Интенсивность денудации и аккумуляции на отдельных участках передается оттенками цвета или различными наборами штриховок, а скорость речной эрозии (глубинной и боковой) и рост конусов выноса — линейными знаками. На карте показываются также активно действующие гравитационные процессы (оползни и др.) и скорость их перемещения.

В данной статье приводятся две самостоятельные штриховые черно-белые карты: морфометрических типов рельефа (рис. 1) и динамики рельефа (рис. 2), которые в цветном варианте совмещаются.

ЛИТЕРАТУРА

- Габриелян Г. К.* Эрозия рек Армянской ССР (на армянском языке, резюме на русском). Ереван, Изд-во Ереванского ун-та, 1973.
- Геворкян Ф. С.* О комплексных морфометрических показателях для характеристики эрозионного расчленения в горных районах (на примере бассейна оз. Севан Армянской ССР). «Геоморфология», № 3, 1972.
- Зограбян Л. Н., Геворкян Ф. С.* «Энергия рельефа», ее картирование и значение в процессе эрозии. Изв. АН Арм. ССР. «Науки о Земле», № 4, 1969.
- Карапетян Ж. М.* Картографический метод изучения современных экзогенных процессов бассейна оз. Севан. Ж. Ереванского ун-та «Молодой научный работник», № 2 (14), 1971.

Институт геологических
наук АН АрмССР

Поступила в редакцию
24.III.1975

ON METHODS OF THE TOPOGRAPHY DYNAMICS STUDY AND MAPPING

F. S. GEVORKYAN, J. M. KARAPETYAN

Summary

The paper discusses the authors experience of geomorphological — geodetic methods application to studies and mapping the relief dynamics at mountain areas. In essence the methods consist in delineation of sites characterized with different intensity of predominant exogenous processes. Denudation and accumulation rates had been valued by sediment run-off at large territories, instrumental survey being carried out at the places of the most active dynamics. The collected data enable to compile a complex synthetic map, representing quantitatively changes in relief. When colour variant of the map being prepared, the colour background shows morphometric index which summarizes density and depth of dissection, slope gradient and their exposition (by points, «relief energy» index or other synthetic indices). Areal denudation and accumulation supposed to be shown by colour shade or various sets of hachures, linear and local processes — by conventional signs. Two black-and-white hachure maps illustrate the paper.
