

- Liblik J.* Jooni. Püasa oru geomorfoloogiast. Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat 1964/1965. Tallinn, 1966.
- Raukas A.* The formation at the Estonian glacial relief. Eastonia. Geographical studies. Tallinn, 1972.
- Raukas A., Karukäpp R.* Eesti liustikutekkeliste akumulatiivsete saarkõrgustike ehitus ja kujunemine. Rni «Eesti saarkõrgustike ja järvenõgude kujunemine». Tallinn, «Valgus», 1979.

Институт геологии  
АН Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
12.VI.1979

## THE INFLUENCE OF TECTONICS AND BEDROCK TOPOGRAPHY ON THE FORMATION OF INSULAR HEIGHTS AT ESTONIA

R. M. VAHER, A. V. RAUKAS, E. H. TAVAST

### Summary

The role of the bedrock topography in the distribution of the Pleistocene deposits within the range of the insular heights is analysed, the age of Haanja and Otepää bedrock elevations being defined. Conclusion is drawn that the tectonic movements were not of great importance in the formation of the insular heights and the latter were formed on the bedrock cores between glacier lobes which differed in the rate of ice flow. Thus the bedrock topography was of primary significance; it predetermined debris accumulation both at its proximal and distal slopes under the moving glacier.

УДК 551.4.042(470.67)

З. Х. ГАДЖИЕВА

## ДЕНУДАЦИОННАЯ РАБОТА РЕК В ПРЕДЕЛАХ СЛАНЦЕВОГО И ИЗВЕСТНЯКОВОГО ДАГЕСТАНА

Определение темпов денудации — задача, с решением которой связан успех разработки ряда кардинальных теоретических и практических проблем, в числе которых можно назвать выявление общего характера развития рельефа (восходящее, нисходящее, динамическое равновесие), определение верхнего денудационного уровня А. Пенка, восстановление палеорельефа, прогноз глубины залегания рудоносных горизонтов, расчет сроков существования внутренних водоемов (в том числе водохранилищ) и мн. др.

Методы оценки интенсивности денудации можно разделить на две группы: 1) оценивающие среднюю интенсивность за значительный промежуток времени, 2) оценивающие современную интенсивность. К первой группе относятся методы, базирующиеся на восстановлении геологического разреза, определении объема коррелятивных отложений, установлении глубинной фаціальности интрузивных пород, определении объема отрицательных элементов рельефа эрозионно-денудационного происхождения и др. Ко второй группе относятся методы, основанные на определении модулей стока наносов и растворенных веществ в речной воде (ионного стока), а также базирующиеся на данных, полученных непосредственными измерениями слоя денудации на стационарах или объемов аккумуляции в водохранилищах.

Критический обзор этих методов приводится в ряде работ (Бронгулеев, Муратов, 1976; Благоволин, Шевченко, 1977; Растворова, 1973; Спиридонов, 1974, и др.). Каждый из них имеет свои достоинства и свои недостатки, вследствие чего для получения относительно объективного представления о денудационном процессе в пределах той или иной территории нужно применять несколько методов, взаимно контролирующих друг друга. Кавказ с его «живой» тектоникой и большими амплитудами высот представляет благоприятный объект для исследования процессов денудации. Все перечисленные выше методы неоднократно применялись различными исследователями для оценки как общей интенсивности денудации Кавказа, так и отдельных его частей. Естественно, что между выводами отдельных исследователей обнаружился значительный противоречия.

Так, некоторые исследователи (Растворова, 1973; Щербакова, 1973) придерживаются внутренне противоречивой концепции, в основе которой лежат два постулата: 1) на водоразделах интенсивность денудации значительно отстает от таковой в долинах; 2) с высотой в пределах Большого Кавказа интенсивность денудации растет.

По мнению В. А. Растворовой, интенсивность денудации в долинах на порядок больше, чем на междуречьях. Это положение подвергает сомнению А. А. Никонов (1973), определивший по нижнему уровню отн. высоты ашельских и мустьерских стоянок, что темпы врезания горных рек Большого Кавказа составляют 0,5—1,0 мм/год, а полугорных — 0,2—0,5 мм/год. Эти величины мало отличаются от тех, которые определил Г. К. Габриелян для всей площади Большого Кавказа, оперируя данными по твердому и ионному стоку рек. Близкие величины высот памятников, относящихся к шельскому и ашельскому периодам, в низовьях рек Абхазии установлены З. В. Анчабадзе (1964).

Данные А. А. Никонова, несомненно, нуждаются в подтверждении. Однако они, на наш взгляд, более реальные, чем данные В. А. Растворовой. Действительно, если денудационный срез составил половину современной высоты гор и глубинная эрозия в долинах на порядок величины превышала денудацию водоразделов, как это утверждает В. А. Растворова, то днища современных долин были бы ниже ур. моря. По нашему мнению, схема развития современного рельефа, видимо, близка к схеме динамического равновесия, т. е. значения глубинной эрозии в долинах лишь немного превосходят таковые на междуречных пространствах.

В этом отношении представляют большой интерес работы В. А. Хрисанова (1979), который в течение девяти лет фиксировал количество материала, перемещаемого различными агентами денудации на территории Северной Осетии. Из итоговой таблицы, помещенной в его работе (стр. 83), следует, что объем материала, перемещаемого локальными агентами денудации (ледниками, селевыми потоками, в результате различных гравитационных процессов, карстовой денудации, размыва и смыва склонов), равен объему материала, перемещаемого реками. Таким образом, в системе водораздел→склоны→дно долины баланс твердого материала приближается к схеме динамического равновесия. К сожалению, точность подобных исследований пока недостаточна, чтобы выявлять «невязку баланса», определяющую тенденцию развития рельефа.

Переходя ко второму постулату, согласно которому между высотой территории и интенсивностью денудации существует тесная прямая связь, следует отметить, что он, будучи подкреплен авторитетом А. Пенка, потерял значение закона лишь сравнительно недавно.

А. Ф. Мандыч (1967), исследуя твердый сток рек Западного Кавказа, отметил, что мутность воды больших субсеквентных рек достигает наибольших значений в их среднем течении. Это вызвано тем, что вре-

зание таких рек, согласно теории Н. И. Маккавеева (Маккавеев и др., 1968), проявляется наиболее интенсивно в области среднего их течения, где глубина долин (относительно поверхности водосборов) достигает максимального значения.

Н. Г. Мачавариани (1971, стр. 11), исследовавшая сток взвешенных наносов рек южного склона Центрального Кавказа, отмечает, что литологический фактор влияет на формирование твердого стока рек весьма значительно, благодаря чему создается «ложное впечатление обратной зависимости между модулем стока наносов, мутностью и уклоном бассейна».

Н. И. Кочетов (1976), подсчитав модули ионного стока Западного Кавказа, пришел к выводу, что максимальный эффект химической денудации наблюдается в среднегорье. Средние значения модулей стока растворенных веществ составляют: для низкогогорья 33, для среднегорья 105, для высокогорья  $55 \text{ м}^3/\text{км}^2$  в год. Значительную (вдвое) убыль интенсивности химической денудации в высокогорье по сравнению со среднегорьем Н. И. Кочетов связывает с суровым климатом и относительно небольшой глубиной вреза долин в этом высотном поясе.

Если считать густоту линейных форм эрозии за показатель интенсивности эрозии, то увеличение ее с возрастанием высоты территории наблюдается только до определенного гипсометрического уровня. Эту особенность отмечают для южного склона Большого Кавказа Л. Ф. Литвин (1970) и для территории Азербайджана Р. Х. Пириев (1969).

С резкой критикой гипотезы А. Пенка о тесной связи интенсивности денудации с высотой местности выступил Г. К. Gabriелян (1979), указав на ряд несоответствий положений А. Пенка с фактической картиной денудационных процессов на Кавказе.

В настоящей статье приводятся результаты подсчетов интенсивности современной денудации, выполненных по данным наблюдений за стоком наносов и растворенных веществ на постах Гидрометслужбы. Растущая сеть этих постов, увеличивающаяся длительность рядов наблюдений, единая и достаточно строгая методика отбора проб и обработки первичных материалов — все это повышает доверие к выводам, полученным в результате применения данного метода. Хотя некоторые специалисты считают, что сток наносов из-за несовершенства применяющихся приборов определяется с занижением в среднем на 50% (Хмаладзе, 1971), тем не менее знание величины и знака ошибки позволяет внести поправку в расчеты.

Подсчеты выполнялись для горной территории Дагестана, являющейся юго-восточной частью мегантиклинория Большого Кавказа. Эта территория в географической литературе часто подразделяется на две области: Сланцевый Дагестан (площадью около  $8000 \text{ км}^2$ ) и Известняковый Дагестан (площадью  $12000 \text{ км}^2$ ). Площади этих областей достаточно велики, чтобы продукты денудации, переносимые реками, могли служить интегральным показателем интенсивности всех остальных агентов денудации. Пятилетние исследования экспедиции географического факультета МГУ экзогенных процессов в Дагестане показали, что в его горной части существенной дефляции не обнаружено, пыльные бури очень редки, а сели и ледники переносят материал денудации лишь до дна ближайшей долины (Борьба с эрозией почв и селями в Дагестане, 1977). Пашнями, огородами и виноградниками занято всего лишь 3,5% территории, т. е. антропогенная эрозия не может существенно влиять на денудацию в пределах всей горной территории.

Сланцевый Дагестан с высотами 2000—4000 м — область высокогорья. Преобладают складчатые, сильно осложненные сбросами структуры. Слагающие эту область породы (глинистые сланцы, аргиллиты

и песчаники нижней и средней юры) характеризуются сильно развитой трещиноватостью, что в условиях горного климата способствует интенсивному физическому выветриванию.

Известняковый Дагестан с высотами 1100—3000 м в основном относится к среднегорью. Однако глубина расчленения здесь больше, чем в Сланцевом Дагестане (примерно в 1,4 раза), составляя в среднем 1200—1300 м. Здесь располагается, употребляя терминологию Н. П. Костенко (1970), пояс глубоких ущелий. Как отмечает И. С. Шукин, долины крупных рек здесь имеют форму каньонов и «...обыкновенно дно такого каньона река занимает во всю ее ширину, не оставляя места для дороги» (1926, стр. 155). Эта область сложена породами в основном мелового возраста, которые можно разделить на три литологических комплекса (считая сверху вниз по разрезу): песчаники и алевролиты, известняки и доломиты, мергели с прослоями известняков и аргиллитов. По площади распространения преобладает второй из перечисленных комплексов. Структуры пластов весьма разнообразны (складки, флексуры, разломы). Сложность строения и неодинаковая сопротивляемость пород денудации создали исключительно сложный рельеф. Нередко пласты относительно устойчивых пород «бронируют» водоразделы, которые вследствие этого имеют форму плато с обрывистыми склонами.

Годовой слой осадков в пределах Сланцевого Дагестана составляет 600—1100 мм, в пределах Известнякового Дагестана он значительно ниже — 500—700 мм. Преобладают летние осадки. Снеговая линия проходит на высоте 3400—3600 м. Лесной пояс располагается на высотах 500—2000 м (Сланцевый Дагестан практически безлесен, только сосна встречается до высоты 2300 м). На сухих склонах южной и восточной экспозиции лес уступает место остепненным субальпийским лугам и «поселесным» лугам (на участках сведенного леса). Сланцевый Дагестан — арена распространения субальпийских и альпийских лугов, причем высокие горные вершины практически лишены растительного покрова.

Особенности денудации в верхних звеньях гидрографической сети горного Дагестана исследовал А. П. Арзуманян (1973а, б). Согласно данным этого исследователя, средняя густота эрозионного расчленения в Сланцевом Дагестане составляет 4,2 км/км<sup>2</sup>. В Известняковом Дагестане густота расчленения возрастает в пределах комплекса известняков-доломитов до 4,4 км/км<sup>2</sup> и комплекса мергелей до 4,5 км/км<sup>2</sup>, хотя следовало бы ожидать обратного из-за наличия здесь карста. Характерно, что в водотоках свыше V порядка соотношение обратное. Согласно А. П. Арзуманяну, склоны в Сланцевом Дагестане характеризуются обилием осыпей крутизной 34—35°. В Известняковом Дагестане осыпи более круглые (39—41°) и сложены крупнообломочным материалом. В Известняковом Дагестане чаще встречаются крупные оползни, для Сланцевого Дагестана более характерны микрооползни и оплывины. Средние значения крутизны продольных профилей водотоков I—II порядков в пределах Сланцевого Дагестана в 1,5—2,0 раза больше, чем в Известняковом Дагестане.

Для наших подсчетов были использованы данные наблюдений по 32 постам (16 в Известняковом и 16 в Сланцевом Дагестане). В основу принят 21-летний ряд. Если в отдельные годы наблюдения за твердым стоком не производились, то ряд восстанавливался по кривым связи между среднемесячными значениями расходов воды и наносов. Для рек Кавказа подобные связи наиболее тесные (Мандыч, 1967). Так как в большинстве случаев границы областей и места установки постов Гидрометслужбы не совпадали, то приходилось определять площадь водосбора, соответствующую пункту пересечения рекою границы областей, и рассчитывать приращение твердого стока, приняв его пропор-

циональным приращению площади водосбора на участке реки между постами. Если сток влекомых наносов в данном пункте не измерялся, то он определялся по соотношению со стоком взвешенных наносов, полученному для соседнего поста, находящегося в пределах аналогичного литологического комплекса. При вычислении сухого остатка по данным ионного стока количество гидрокарбонатов уменьшалось вдвое; затем ионы суммировались, и полученная сумма, согласно рекомендациям О. А. Алекина (Алекин, Бражникова, 1964), увеличивалась на 30%. Количество постов, где измерялся ионный сток, вдвое меньше, чем указанное выше. Поэтому данные, характеризующие сток растворенных веществ, менее точны, чем данные по стоку наносов.

В пределах Сланцевого Дагестана наиболее высокий показатель модуля стока наносов определен для бассейна р. Самур — свыше  $2000 \text{ т/км}^2$  в год. Вместе с тем на значительной части территории модуль твердого стока не превосходит  $500 \text{ т/км}^2$  в год. Средневзвешенная величина модуля твердого стока для всей территории Сланцевого Дагестана составляет  $889 \text{ т/км}^2$  в год.

В Известняковом Дагестане модули твердого стока рек также наиболее значительны в бассейне р. Самур; так, по данным поста Усучай, модуль составляет  $3593 \text{ т/км}^2$  в год. Средневзвешенная величина модуля для всей территории Известнякового Дагестана составляет  $1183 \text{ т/км}^2$  в год.

На первый взгляд, результат неожиданный. При меньшей средней высоте поверхности, гораздо меньшем количестве осадков, большей прочности коренных пород и наличии древесной растительности средняя интенсивность механической эрозии в Известняковом Дагестане больше, чем в Сланцевом. В общем получен результат такой же, как у А. Ф. Мандыча (1967), установившего на Западном Кавказе увеличение модуля стока наносов в среднем течении рек, где также располагался пояс глубоких ущелий. Исключительная изрезанность рельефа (глубина отдельных ущелий превосходит 1500 м) способствует (в условиях высокой сейсмичности) интенсивным гравитационным процессам на крутых склонах; продолжающееся поднятие Большого Кавказа стимулирует глубинную эрозию, которая, согласно теории Н. И. Макавеева (1971), достигает максимума в среднем течении консеквентных рек; интенсивное химическое выветривание способствует быстрой дезинтеграции пород.

Следует отметить еще одно важное обстоятельство. Хотя количество осадков на территории Известнякового Дагестана относительно небольшое, тем не менее водность дренирующих его рек больше, чем в Сланцевом Дагестане. Это объясняется тем, что весь сток рек, зарождающихся в Сланцевом Дагестане, транзитом (направляясь к Каспию) протекает через Известняковый Дагестан. Так, среднегодовой расход рек, пересекающих нижнюю границу Сланцевого Дагестана ( $Q_1$ ), составляет  $45,2 \text{ м}^3/\text{сек}$ , а среднегодовой расход рек, пересекающих нижнюю границу Известнякового Дагестана ( $Q_2$ ), —  $124,2 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Таким образом, среднее значение расходов рек, пересекающих Сланцевый Дагестан, составляет  $\frac{Q + Q_1}{2} = 22,6 \text{ м}^3/\text{сек}$ , а пересекающих Известняковый Дагестан, —  $\frac{Q_1 + Q_2}{2} = 84,7 \text{ м}^3/\text{сек}$ .

Средневзвешенные величины модуля стока растворенных веществ составляют для Сланцевого Дагестана  $113,4 \text{ т/км}^2$  в год, а для Известнякового Дагестана  $131,7 \text{ т/км}^2$  в год. Причины увеличения модуля химического стока в среднегорной зоне не нуждаются в комментариях.

При определении среднего слоя смыва по суммарным значениям механической и химической денудации принят объемный вес горных по-



род для Сланцевого Дагестана 2,0 и для Известнякового Дагестана 2,3. По полученным значениям годичного слоя денудации вычислены средние взвешенные показатели для областей. Средний годовой слой денудации для Сланцевого Дагестана составляет 0,5 мм (денудационный метр — 2000 лет) и для Известнякового Дагестана — 0,6 мм (денудационный метр — 1750 лет).

На карте С. А. Ахундова для прилегающих к границам Дагестана территорий Азербайджана показан слой смыва, составляющий 0,5 мм в год (Ахундов, 1978). Полученные С. А. Ахундовым результаты близки к нашим. То же можно сказать и при сравнении наших расчетов с данными Г. К. Габриеляна (1979). Таким образом, использование данных о стоке твердых и растворенных веществ для оценки интенсивности денудации позволяет получать вполне объективные и сравнимые результаты.

Следует заметить, что полученные величины интенсивности денудации представляются нам несколько заниженными. Во-первых, часть стока растворенных веществ прошла карстовыми кавернами в нижележащий высотный пояс и водоносными пластами непосредственно в море, минуя долины. Во-вторых, твердый сток из-за несовершенства приборов, как отмечалось выше, определяется с некоторым занижением.

Если даже увеличить полученные величины интенсивности денудации на 50%, все же они остаются значительно ниже интенсивности поднятий, которые в осевой зоне Большого Кавказа превышают 12 мм в год (Лиленберг, Сетунская и др., 1972). Судя по этому признаку, рельеф Кавказа находится в состоянии восходящего развития.

Представляет интерес то обстоятельство, что скорости выветривания экспонированных пород, по данным Г. С. Ананьева (1976), в условиях умеренного климата составляют: для гранитов от 1 до 5, аргиллитов 12—16, известняков 21 мм в год. Можно, по-видимому, полагать, что в среднем скорость денудации Большого Кавказа не опережает скорости выветривания.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О. А., Бражникова Л. В. Сток растворенных веществ с территории СССР. М., «Наука», 1964.
- Ананьев Г. С. Динамическая геоморфология. Формирование вершинных поверхностей. Изд-во МГУ, 1976.
- Анчабадзе З. В. История и культура древней Абхазии. М., «Наука», 1964.
- Арзуманян А. П. К оценке влияния геологического строения горного Дагестана на потенциальную опасность эрозии. В сб. «Оценка и картирование эрозионноопасных и дефляционных земель». Изд-во МГУ, 1973а.
- Арзуманян А. П. К методике составления карты литологических провинций Дагестана при комплексном изучении процессов эрозии. В сб. «Оценка и картирование эрозионноопасных и дефляционных земель». Изд-во МГУ, 1973б.
- Ахундов С. А. Сток наносов горных рек Азербайджанской ССР. Баку, «Элм», 1978.
- Благоволит Н. С., Шевченко В. К. Магматические тела и проблема денудационного среза. «Геоморфология», № 1, 1977.
- Борьба с эрозией почв и селями в Дагестане. Под ред. Н. И. Маккавеева. Махачкала, Дагестанское книжн. изд-во, 1977.
- Бронгулеев В. В., Муратов В. М. Опыт определения объема денудации в горах морфометрическим способом. «Геоморфология», № 1, 1976.
- Габриелян Г. К. Интенсивность денудации на Кавказе. «Геоморфология», № 3, 1979.
- Костенко Н. П. Развитие рельефа горных стран. М., «Мысль», 1970.
- Кочетов Н. И. Количественная оценка химической денудации на Западном Кавказе по гидрохимическим данным. «Геоморфология», № 3, 1976.
- Лиленберг Д. А., Сетунская Л. Е., Благоволит Н. С., Горелов С. К., Никонов А. А., Розанов Л. Л., Серебрянный Л. Р., Филькин В. А. Морфоструктурный анализ современных вертикальных движений Европейской части СССР. «Геоморфология», № 1, 1972.
- Литвин Л. Ф. Развитие процессов эрозии в горных условиях (на примере южного склона Западного Кавказа). Автореф. канд. дис. МГУ, 1970.
- Маккавеев Н. И. Сток и русловые процессы (тексты для лекций географических факультетов университетов). М., 1971.

- Маккавеев Н. И., Мандыч А. Ф., Чалов Р. С. Влияние восходящего развития рельефа на глубину эрозии и твердый сток рек Западной Грузии. «Вестн. МГУ. География», № 4, 1968.
- Мандыч А. Ф. Величина твердого стока рек Западной Грузии. «Вестн. МГУ. География», № 2, 1967.
- Мачавариани Н. Г. Сток взвешенных наносов рек южного склона Центрального Кавказа. Автореф. канд. дис. М., 1971.
- Никонов А. А. Определение скоростей врезания рек. «Геоморфология», № 1, 1973.
- Пириев Р. Х. Морфометрический анализ рельефа Азербайджана. Автореф. канд. дис. Баку, 1969.
- Растворова В. А. Формирование рельефа гор. М., «Наука», 1973.
- Спиридонов А. И. Методы определения денудационного среза. В сб. «Вопросы геоморфологии». М., 1974.
- Хмаладзе Г. Н. Гидрологический метод расчета стока влекомых (донных) наносов. «Тр. Закавказского НИИ гидрометеорологии», вып. 42/48. Л., Гидрометеоздат, 1971.
- Хрисанов В. А. Масштабы современной денудации Кавказа (на примере Северной Осетии). «Геоморфология», № 4, 1979.
- Щербакова Е. М. Древнее оледенение Большого Кавказа. Изд-во МГУ, 1973.
- Шукин И. С. Очерки геоморфологии Кавказа, ч. 1. Большой Кавказ. «Тр. НИИ географии МГУ», вып. 2, 1926.

Московский государственный  
университет  
Географический факультет

Поступила в редакцию  
20.III.1980

## EROSIONAL ACTIVITY OF RIVERS WITHIN THE LIMITS OF SCHISTOUS AND CALCAREOUS DAGHESTAN

Z. N. GADJIEVA

### Summary

The author calculated thickness of average layer removed by erosion per year on the basis of solid discharge data; the thickness appeared to be more at middle mountains of Calcareous Daghestan than at high mountains of Schistous Daghestan. It is accounted for by deep valleys and intensive weathering at Calcareous Daghestan. Considering the results the author thinks it possible that the direct correlation of erosion intensity with height (postulated by A. Penck) can be in some cases essentially disturbed.

УДК 551.468(262.5)

Н. В. ЕСИН, Ю. Д. ЕВСЮКОВ, М. Т. САВИН,  
В. А. ДМИТРИЕВ

## НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОМОРФОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ ШЕЛЬФА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Южное отделение Института океанологии АН СССР в течение ряда лет проводило эхолотную съемку шельфа северо-восточной части Черного моря и изучало современные береговые процессы в этом районе. Полученные материалы позволили составить геоморфологическую схему шельфа и сделать некоторые выводы о его эволюции в плейстоцене. Запись подводного рельефа проводилась с различных судов на глубинах от 10 до 200 м. Всего записано около 100 профилей. На эхолотных записях выявлены подводные террасы, затопленные береговые аккумулятивные формы, бровка шельфа, различные отрицательные формы, напоминающие русла рек (рис. 1, 2). Для удобства описания район исследования разделен на четыре участка. На рис. 3 показано изме-