

- Трифонов В. П., Влох Н. П., Алейников А. Л., Беллавин О. В., Зубков А. Е. Явление выдавливания гранитных массивов на Урале. «ДАН СССР», № 1, 1968.
- Трифонов В. П., Алейников А. Л., Беллавин О. В., Овчинникова Л. Н., Таврин И. Ф. О возможной природе неотектонических движений на Урале. «Тр. Свердловского горного института», вып. 63, 1969.
- Шилкин А. Н. Новейшая тектоника Южного Урала и Зауралья. В сб. «Тектонические движения и новейшие структуры земной коры». М., «Недра», 1967.
- Шилкин А. Н. К решению некоторых спорных вопросов геоморфологии и новейшей тектоники Урала. «Мат. по геоморфологии и новейшей тектонике Урала и Поволжья», № 2, 1969.

Институт геофизики
УНЦ АН СССР

Поступила в редакцию
24.X.1974

MANIFESTATION OF INTRUSIVE MASSES STRUCTURE IN THE MIDDLE AND SOUTHERN URALS TOPOGRAPHY

A. L. ALEYNIKOV, O. V. BELLAVIN

Summary

Present-day topography of the Middle and Southern Urals presents different manifestation of intrusive masses. Those corresponding to topographic elevations wedge out downwards; intrusive masses which have no topographic manifestation are horizontal sheets. An analysis of the masses forms, their geomorphological features, physical properties of rocks (including resistance to weathering and erosion) as well as data on dynamic conditions of the Urals neotectonic development leads the authors to the conclusion that the topographic elevations within the intrusive masses area are due to tangential contraction of the earthcrust, the tectonic wedges being thus squeezed upward.

УДК 551.311.24(234.9)

Н. И. КОЧЕТОВ

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ДЕНУДАЦИИ НА ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

В зоне гипергенеза горные породы под действием агентов выветривания испытывают стадийные химико-минералогические преобразования (Страхов, 1963). Вынос химически растворенных веществ осуществляется речным ионным стоком, показатель которого при определенных условиях может служить достоверным отражением интенсивности химической денудации (Максимович, 1953; Бражникова, 1960).

Как известно, количество выносимых растворенных солей определяется общей массой речных вод и их минерализацией. Нами были исследованы основные гидрологические характеристики 16 рек Западного Кавказа, послужившие основой для дальнейших расчетов ионного стока и показателей химической денудации (таблица). Установлено, что наиболее водными являются крупные реки высокогорья — Лаба, Белая, Мзымта. Модули поверхностного стока изменяются от 11 до 32 л/сек·км² в бассейнах рек северного склона, до 24—66 л/сек·км² в бассейнах рек южного склона, что определяется различиями природных условий. Минерализация речных вод в течение года колеблется в широких преде-

**Средние многолетние значения расходов воды и стока ионов некоторых рек
Западного Кавказа и показатели химической денудации их водосборов**

Ярусы рельефа	Река, пункт	Расстояние от истока, км	Площадь водосбора, км²	Среднемного- летние расходы воды			Средняя минерализация, мг/л	Сток ионов, 10³ т	Показатель стока ионов, т/км²	Показатель химической денуда- ции, м³/км²·год (мм/1000 лет)
				м³/сек	км³/год	л/сек·км²				
Северный склон										
Высокогорье	Уруп, Попутная	149	2560	16,9	0,402	6,60	391	157,3	115	32
	М. Лаба, Бурное	58	1090	35,3	1,113	32,2	124	137,5	126	46
	Лаба, Каладжинская	136	3370	80,4	2,536	23,9	200	506,2	150	57
	Белая, Каменноостский	93	18,50	50,0	1,569	27,0	220	346,0	187	72
Южный склон										
	Мзымта, Кр. Поляна	48	510	32,2	1,015	63,1	100	101,5	199	68
	Среднее								155	55
Северный склон										
Среднегорье	Пшеха, Апшеронск	100	1480	38,9	1,219	26,3	239	290,2	196	69
	Шахе, Солох-Аул	37	423	27,8	0,877	66,2	180	157,9	373	124
	Сочи, Пластунка	30	238	15,7	0,495	66,4	184	94,1	382	121
	Среднее								317	105
Северный склон										
Низкогорье	Псекупс, Горячий Ключ	62	765	14,9	0,469	19,5	301	141,1	184	67
	Афипс, Смоленская	50	317	3,7	0,118	11,8	327	38,6	122	46
	Абин, Абинск	65	432	6,5	0,214	15,0	320	68,5	159	57
	Адагум, Крымск	39	328	3,8	0,119	11,6	389	46,5	142	54
Южный склон										
	Вулан, Архипо-Осиповка	27	265	5,9	0,186	24,1	368	68,4	258	103
	Туапсе, Туапсе	29	350	12,5	0,394	39,7	250	98,7	282	108
	Аше, Аше	39	282	13,6	0,429	48,2	205	87,9	312	103
	Хоста, Хоста	23	98	4,9	0,158	49,9	241	38,2	389	124
	Среднее								231	83
	Западный Кавказ в целом								224	78
	северный склон								153	55
	южный склон								314	107

лах. Минимум ее приходится на момент прохождения весеннего паводка и изменяется от 68 мг/л (р. Мзымта) до 255 мг/л (р. Афипс) и 309 мг/л (р. Вулан). Для группы черноморских рек отмечается второй минимум, совпадающий с периодом осенне-зимних дождей. Максимум минерализации речных вод падает либо на момент межени, либо на межпаводковые периоды и изменяется от 123 мг/л (р. М. Лаба) до 606 мг/л (р. Псекупс). В средних значениях наибольшей минерализацией отличаются реки низкогорья, наименьшей — реки высокогорного яруса (таблица).

С использованием известных методов и формул (Алекин, 1950; Бразжникова, 1959; Алекин, Бразжникова, 1963) по приведенным в справочниках данным (Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 8 и 9, 1966, 1967).

нами рассчитаны абс. и отн. значения среднего многолетнего стока ионов. Из таблицы видно, что реки, обладающие высокой водностью, характеризуются и наибольшими величинами ионного стока. Однако известно, что естественная тенденция к росту стока ионов, будучи в прямой зависимости от водности реки, может нарушаться (Алекин, 1950). Так, реки М. Лаба и Мзымта при значительной водности отличаются сравнительно низкими значениями ионного стока, что определяется, в первую очередь малой минерализацией их вод. Низкие значения последней стоят в зависимости от слабой интенсивности процессов химической денудации в условиях высокогорья и характера пород субстрата. Напротив, ионный сток р. Пшехи, близкой к названным выше рекам по водности, в 2,1—2,9 раза превышает ионный сток этих рек, поскольку в условиях среднегорья при более благоприятном гидротермическом режиме и широком развитии осадочных карбонатных пород процессы химической денудации заметно активнее.

С особенностями литологии пород связываются повышенные значения минерализации вод рек Урупа, Лабы и Белой (гипсоносные толщи) и, как следствие этого, сравнительно высокие значения их ионного стока. И наконец, следует подчеркнуть, что в солевом балансе вод рек Черноморского побережья Кавказа существенную роль играют соли, поступающие на земную поверхность с атмосферными осадками (Колоджная, 1963).

Относительные величины выноса реками растворенных солей в области высокогорья изменяются от 115 (р. Уруп) до 199 т/км^2 (р. Мзымта), при этом максимальные месячные значения приходятся на весенний сезон (до 27,2 $\text{т/км}^2 \cdot \text{месяц}$), наименьшие — на зимний (3,0 $\text{т/км}^2 \cdot \text{месяц}$). Водосборы среднегорного яруса характеризуются более высокими значениями показателя ионного стока — до 382 $\text{т/км}^2 \cdot \text{год}$ (р. Сочи). Максимум падает здесь также на весну и составляет 46,2 $\text{т/км}^2 \cdot \text{месяц}$ (р. Шахе), а минимум смещен на осенне-зимний сезон и в бассейне р. Пшехи характеризуется величиной 9,2 $\text{т/км}^2 \cdot \text{месяц}$.

В бассейнах рек низкогогорного яруса показатели ионного стока подвержены резким колебаниям. Наибольшие их значения свойственны водосборам южного склона Западного Кавказа, причем четко фиксируется возрастание их в юго-восточном направлении от 258 $\text{т/км}^2 \cdot \text{год}$ (р. Вулан) до 389 $\text{т/км}^2 \cdot \text{год}$ (р. Хоста). Реки северного склона западного окончания горного сооружения (Афипс, Абин, Адагум и др.) отличаются наименьшими показателями годового ионного стока (таблица). Их водосборам свойственны и наименьшие значения модулей поверхностного стока, а водам — относительно высокая средняя минерализация. Уменьшение модулей стока при одновременном повышении минерализации речных вод с юго-востока на северо-запад является характернейшей особенностью Западного Кавказа и стоит в неразрывной связи с изменением природной обстановки в этом же направлении. При этом устанавливается, что падение значений модуля стока сказывается на показателе ионного стока рек ощутимее, чем повышение минерализации их вод, результатом чего является тенденция к уменьшению показателей ионного стока в северо-западном направлении до 142 (р. Адагум) и даже 122 $\text{т/км}^2 \cdot \text{год}$ (р. Афипс).

Проведенные расчеты показывают, что минимальное значение показателя стока ионов (155 $\text{т/км}^2 \cdot \text{год}$) свойственно водосборам высокогорья, максимальное (317 $\text{т/км}^2 \cdot \text{год}$) — водосборам среднегорья. Область низкогогорья характеризуется средним показателем 231 $\text{т/км}^2 \cdot \text{год}$ (таблица). Это позволяет считать комплекс природных факторов среднегорья оптимальным для проявления процессов химической денудации и водной миграции элементов.

В целом для Западного Кавказа показатель ионного стока составляет 224 $\text{т/км}^2 \cdot \text{год}$, что весьма близко к указанным ранее для этого регио-

на значениям (Бражникова, 1960; Габриелян, 1971; Кочетов, 1971). При этом отмечаются четкие различия в показателях для водосборов северного и южного склонов Западного Кавказа — соответственно 153 и 314 т/км²·год.

Показатель стока ионов, являясь важной константой, характеризующей эрозионные и аккумулятивные функции речного стока (Алекин, Бражникова, 1961), дает представление об интенсивности химических эрозионных процессов на площади водосбора, однако при подсчете абсолютных величин химической денудации возникает необходимость корректировать вынос растворенных веществ, на что указывал еще Ф. Кларк. Однако прежде чем перевести весовые выражения химического стока в объемные и затем в толщину смытого слоя земной поверхности, следует вычесть из значения стока те части, которые не связаны с эрозией почв и подстилающих пород (Алекин, Бражникова, 1961). В частности, при расчете значений поверхностной химической денудации нельзя сбрасывать со счета такие источники поступления солей в речные воды, как разгрузка высокоминерализованных глубинных вод или выпадение их с атмосферными осадками (Максимович, 1955; Алекин, Бражникова, 1961; Pulina, 1966, 1974, и др.), что особенно характерно для приморских территорий.

В настоящее время применяется ряд методов количественной оценки карстовой денудации (Чижишев, 1972). Нами использован гидрометрический метод, основанный на применении данных режимных наблюдений (таблица). При расчетах исключалось влияние атмогенных солей. Известно (Колодяжная, 1963), что на Черноморском побережье Кавказа минерализация атмосферных осадков достаточно высока и изменяется в районе Сочи в направлении от берега моря к Главному Кавказскому хребту с 49 до 16,5 мг/л. В соответствии с этим при расчетах показателей интенсивности химической денудации для водосборов южного склона из средних значений минерализации речных вод были исключены следующие средние значения минерализации атмосферных осадков: Хоста — 45; Шахе, Сочи, Аше, Туапсе — 35; Вулан — 30, Мзымта — 15 мг/л. Для бассейнов северного склона за исключенные значения приняты: Уруп, М. Лаба, Лаба, Белая — 10; Пшеха, Псекупс — 30; Афипс, Абин и Адагум — 20 мг/л. Для трех последних водосборов исключенная величина минерализации осадков сопоставима с данными, имеющимися для смежного региона (Гиренко, 1959).

Расчеты интенсивности химической денудации проведены по формуле известного польского исследователя карста М. Пулины (Pulina, 1966, 1974):

$$D = 0,0126 \cdot \Delta T q,$$

где $\Delta T = T - T_a$, $q = 1000 (Q/P)$; D — химическая денудация, м³/км²·год, или мм/1000 лет; 12,6 — переводной объемный коэффициент при принятом среднем объемном весе горных пород 2,5; T — средняя минерализация речных вод, мг/л; T_a — средняя минерализация атмосферных вод, мг/л; q — модуль стока, л/сек·км²; Q — речной сток, м³/сек; P — площадь водосбора, км².

Полученные расчетные данные приведены в таблице. Видно, что наибольшая интенсивность химической денудации свойственна водосборам среднегорья: р. Сочи — 121, р. Шахе — 124 м³/км²·год, а также рекам низкогорья южного склона. В бассейнах рек высокогорья и северного склона денудация проявляется слабее, что вполне закономерно и определяется природными различиями. В целом полученные данные близки к значениям показателей карстовой денудации, указанным М. Пулиной (Pulina, 1966, 1974) для бассейнов рек Абхазии и Сочинского района.

Как видно из таблицы, показатель интенсивности химической денудации возрастает в среднем значении от $55 \text{ м}^3/\text{км}^2 \cdot \text{год}$ в области высокогорья до $105 \text{ м}^3/\text{км}^2 \cdot \text{год}$ в среднегорье и несколько снижается ($83 \text{ м}^3/\text{км}^2 \cdot \text{год}$) в области низкогорья. В условиях сурового климата высокогорных районов, где в геологическом разрезе преобладают магматические и метаморфические породы, господствуют процессы физического выветривания, а интенсивность химического преобразования пород сравнительно низка. В среднегорье, где при благоприятном гидро-термическом режиме и глубоком врезе долин обеспечивается хороший дренаж территории и быстрое удаление рыхлых продуктов выветривания, интенсивность химической денудации резко возрастает. В области низкогорья, для которой характерны меньшая глубина и густота расчленения, активны процессы аккумуляции продуктов выветривания. Это обстоятельство наряду с высокой степенью задернованности склонов замедляет темпы химической денудации. На северном и южном склонах интенсивность денудации резко различна, что определяется различной водностью рек, а следовательно, и их эрозионной способностью.

Минимальные значения показателей свойственны бассейнам рек северного склона Урупа и Афи́пса (32 и $46 \text{ м}^3/\text{км}^2 \cdot \text{год}$ соответственно), максимальные — бассейнам рек Шахе и Хосты ($124 \text{ м}^3/\text{км}^2 \cdot \text{год}$). Как следует из таблицы, интенсивность денудации на северном склоне вдвое ниже, чем на южном (55 против $107 \text{ м}^3/\text{км}^2 \cdot \text{год}$).

В целом на Западном Кавказе интенсивность химической денудации, рассчитанная по гидрохимическим данным, оценивается величиной $78 \text{ м}^3/\text{км}^2 \cdot \text{год}$ или $78 \text{ мм}/1000$ лет, а денудационный метр составляет $12\,820$ лет, что совпадает с данными, полученными нами ранее для этого региона по ионному стоку р. Мзымты (Кочетов, 1971).

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О. А. К изучению количественных зависимостей между минерализацией, ионным составом и водным режимом рек СССР. «Тр. ГГИ», вып. 25, 1950.
- Алекин О. А., Бражникова Л. В. К познанию стока растворенных веществ земной суши. «Гидрохим. материалы», т. 32, М., 1961.
- Алекин О. А., Бражникова Л. В. Методы расчета ионного стока. «Гидрохим. материалы», т. 35, М., 1963.
- Бражникова Л. В. Ионный сток рек восточной части Большого Кавказа «Гидрохим. материалы», т. 28, М., 1959.
- Бражникова Л. В. Карта ионного стока СССР. «Гидрохим. материалы», т. 30, М., 1960.
- Габриелян Г. К. Интенсивность денудации на Кавказе. «Геоморфология», № 1, 1971.
- Гиренко А. Х. Гидрохимический режим атмосферных осадков по наблюдениям в Ростовской области. «Гидрохим. материалы», т. 28, М., 1959.
- Колодяжная А. А. Режим химического состава атмосферных осадков и их метаморфизация в зоне аэрации. Изд-во АН СССР, М., 1963.
- Кочетов Н. И. Ионный сток реки Мзымты как показатель химической денудации на Западном Кавказе. «Докл. АН СССР», т. 201, № 1, 1971.
- Максимович Г. А. Химическая денудация Земли. «Докл. АН СССР», т. 93, № 4, 1953.
- Максимович Г. А. Химическая география вод суши. М., Географгиз, 1955.
- Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 8, Л., Гидрометеозидат, 1966.
- Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 9, вып. 1. Гидрометеозидат, 1967.
- Страхов Н. М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М., Госгеолтехиздат, 1963.
- Чикишев А. Г. Новые методы количественной оценки интенсивности карстовой денудации (автореферат доклада). «Бюл. МОИП», т. 47, № 1, 1972.
- Pulina M. Zjawiska krasowe Zachodniego Kaukasu. «Czas. Geogr.», 37, N 4, Wroclaw, 1966.
- Pulina M. Denudacja chemiczna na obszarach krasu węglanowego. «PAN, prace geogr.», NR 105, Wroclaw — Warszawa — Krakow — Gdansk, 1974.

QUANTITATIVE EVALUATION OF THE CHEMICAL DENUDATION AT THE WESTERN CAUCASUS BASED ON HYDROCHEMICAL DATA

N. I. KOCHETOV

Summary

Calculated data are given on absolute and relative values of ionic runoff and chemical denudation intensity at 16 drainage basins at high, middle and low mountain belts at the Western Caucasus. The largest rivers—Laba, Belaya, Pshekhа—are proved to have the greatest values of the ionic runoff. The ionic runoff index decreases towards north-west in connection with change of the environment. The chemical denudation intensity diminishes at the same direction, its maximum values being within the belt of middle-height mountains with the optimum hydrothermic regime. The chemical denudation index is estimated at $78 \text{ m}^3/\text{km}^2$ per year or 78 mm per 1000 years.

УДК 551.4.(470.1)

К. С. ЛАЗАРЕВИЧ

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ РЕЛЬЕФА ТИМАНА

Первая сводка по геологии и рельефу Тиманского края была сделана Ф. Н. Чернышевым (1915) по результатам исследований 1889—1890 гг. Работы последующих 30—35 лет вносили уточнения в данные Чернышева, но не давали общей картины. А. А. Малахов (1940) подверг резкой критике его взгляды на орографию края и дал достаточно полное для того времени геоморфологическое описание исследованной им части Тимана. Интенсивное изучение района в ходе геологических съемочных, поисковых, разведочных и тематических работ начиная с середины 1950-х годов принесло много новых данных; потребовался пересмотр ряда представлений, казавшихся бесспорными. Однако район работ каждого исследователя был невелик, обобщающие работы отсутствовали. В настоящее время общие описания рельефа Тиманского края есть лишь в региональных геологических и геоморфологических работах, охватывающих гораздо более обширные территории (Европейскую часть СССР или весь СССР). Наиболее полное описание и современная трактовка происхождения рельефа края даны в книге «Север Европейской части СССР». Специальных же сводных работ, посвященных геоморфологии Тимана, до сих пор нет, хотя за последнее время интерес к Тиману возрос в связи с поисками нефти, газа, бокситов и других полезных ископаемых. Схема Ф. Н. Чернышева по сей день остается единственной цельной и оригинальной орографической схемой Тимана. Несмотря на острую и в некоторых отношениях правильную критику со стороны А. А. Малахова, она оказалась исключительно жизнеспособной. Названия, приведенные Ф. Н. Чернышевым, фигурируют в учебнике М. В. Карандеевой (1957, стр. 121) и во многих других работах; названия, предложенные А. А. Малаховым и другими исследователями, получили меньшее распространение. Недостаточно четкая морфологическая выраженность отдельных орографических элементов и отсутствие до недавнего времени достоверных карт способствовали крайней неустойчивости географических названий в этом районе, проявляющейся и сейчас.