

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 551.311.24 (479.24)

С. А. АХУНДОВ

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЕНУДАЦИИ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ЧАСТИ КАВКАЗА

Интенсивность процессов современной денудации в различных горных областях резко различается. Исследования А. В. Волина (1946), Е. Е. Милановского (1968), Г. К. Габриеляна (1971) и других авторов показывают, что Кавказ и Закавказье принадлежат к числу районов с интенсивным проявлением процессов денудации. Особенно выделяется в этом отношении восточная (азербайджанская) часть Кавказа.

Речные наносы формируются здесь из продуктов размыва поверхности водосборов. Что касается химического стока рек, то происхождение его связано в основном с питанием рек подземными водами. Если учесть, что в условиях Азербайджанской ССР питание рек за счет подземных вод составляет от 20—30% годового стока в Ленкорани, до 70% на Малом Кавказе, то, с одной стороны, очевидно, нельзя считать, что химический сток рек формируется только за счет смыва с поверхности водосборов, а с другой — по величине общего твердого стока (с учетом химически растворенных веществ) неправильно оценивать суммарную интенсивность поверхностного смыва. Следовательно, о размере смыва с поверхности водосборов в данном случае правильнее судить по материалам стока наносов рек, в известной мере пренебрегая химическим стоком.

Нами обработаны многолетние данные по стоку взвешенных наносов стационарных гидрометрических пунктов горных рек Азербайджана, и по ним установлен объем среднего годового стока. Объем влекомых наносов определялся по отношению его величины к среднему годовому стоку взвешенных наносов. На основании проведенных исследований (Куликов, 1955; Рустамов, 1960; Ахундов, 1968) величина этого отношения определена приблизительно для участков рек при выходе из гор следующим образом: для рек Малого Кавказа и Талыша — 20%, северо-восточного склона Большого Кавказа — 25%, южного склона Большого Кавказа (с учетом возникающих здесь предельно насыщенных твердыми материалами селевых потоков) — 35%, для Ширванских рек (при выходе их из Аджиноурских предгорий) величина отношения уменьшается до 6%.

Вычисленные таким образом величины стока взвешенных и влекомых наносов позволяют установить общий модуль эрозии (таблица) и тем самым охарактеризовать интенсивность поверхностного смыва с горной части республики. Согласно данным 56 гидрометрических пунктов рек (характеризующих 20,3 тыс. км² горной территории), наблюдается

Сток наносов и интенсивность смыва с поверхности водосборов горных рек Азербайджана

Река, пункт	Площадь водосбора, км ²	Общий сток наносов, тыс. т	Модуль эрозии, т/км ²	Слой смыва, мм/год
Реки Большого Кавказа				
Самур, с. Ахты	2210	5256,5	2378,5	1,19
Самур, с. Усухчай	3620	12384,0	3415,0	1,71
Кусарчай, с. Кузун	250	178,8	715,2	0,36
Куручай, с. Сусай	35,9	17,4	484,7	0,24
Куддальчай, с. Кюпчал	517	992,2	1919,2	0,96
Хинальхчай, с. Хинальх	36	72,9	2025,0	1,01
Карачай, с. Рюк	137	72,9	532,1	0,27
Вельвеличай, с. Тенгя-Алты	454	763,9	1682,6	0,84
Катехчай, с. Кабиздара	236	182,4	772,9	0,39
Талачай, г. Закаталы	136	334,7	2461,0	1,23
Курмухчай, с. Сарыбаш	67,5	79,1	1171,9	0,58
Курмухчай, с. Илису	166	196,4	1183,1	0,59
Ахчай, с. Ахчай	42	16,6	395,2	0,20
Агричай, с. Башдашагыл	92	256,0	2782,7	1,39
Дамарчик, близ устья	35	122,0	3485,8	1,74
Чухадурмас, близ устья	35	24,7	705,7	0,35
Кайнар, близ устья	18	25,5	1416,7	0,71
Варташенчай, с. Варташен	30,6	6,8	222,2	0,11
Турианчай, с. Савалан	1340	1713,0	1278,4	0,64
Дамирапаранчай (с протоком Карачай), с. Куткашен	135	429,6	3182,2	1,59
Геокчай, с. Буйнуз	308	867,5	2816,6	1,41
Геокчай, г. Геокчай	1180	1195,4	1013,0	0,51
Ахсу, г. Ахсу	367	177,4	483,4	0,24
Реки Малого Кавказа и Ленкоранской природной области				
Актафачай, Кривой Мост	1610	144,4	89,7	0,05
Шамхорчай, с. Барсум	922	183,0	198,5	0,10
Кошкарчай, г. Дашкесан	105	3,8	36,2	0,02
Гянджачай, с. Зурнабад	314	15,1	48,1	0,03
Зивлянчай, с. Кедамыш	46,6	1,6	34,4	0,02
Даस्ताфюрчай, с. Карагуллар	27,9	1,1	39,5	0,02
Геранчай, с. Юхары Агджакенд	144	3,0	20,9	0,01
Кюракчай, с. Дозулар	439	46,1	105,0	0,05
Тертер, с. Магавуз	2160	290,6	134,5	0,07
Тертер, с. Мадагиз	2460	540,5	219,7	0,11
Левчай, с. Камышлы	363	116,4	320,7	0,16
Тутгун, близ устья	522	20,4	39,1	0,02
Турагайчай, с. Верхний Магавуз	172	14,8	86,0	0,04
Каркарчай, Мост Агакерли	238	8,3	34,9	0,02
Вост. Арпачай, с. Арени	2040	212,8	104,3	0,05
Нахичеванчай, с. Карабаба	449	87,4	194,7	0,10
Джагрычай, с. Паиз	348	23,8	68,4	0,03
Алинджачай, с. Арафса	137	5,3	38,7	0,02
Гиланчай, с. Нургут	74,8	3,4	45,5	0,02
Гиланчай, с. Бист	171	12,5	73,1	0,04
Гиланчай, с. Башдиза	394	56,6	143,7	0,07
Ордубадчай, с. Нуснус	31,6	2,6	82,3	0,04
Базарчай, с. Эйвазлар	2020	163,0	80,7	0,04
Акера, с. Абдаляр	1180	97,6	82,7	0,04
Акера, с. Караджанлы	2310	300,8	130,2	0,06
Забухчай, с. Забух	496	23,8	48,0	0,02
Куручай, с. Туг	201	14,0	70,0	0,03
Виляжчай, с. Ярдымлы	277	3,2	11,6	0,01
Виляжчай, с. Шихляр	785	184,1	234,5	0,12
Шаратюк, с. Тагдама	236	21,1	89,4	0,04
Вазарю, с. Сифидор	893	114,1	127,8	0,06
Тангарю, с. Ваго	153	3,8	24,8	0,01
Истису, с. Алаша	60	3,0	50,0	0,02

большая неравномерность в изменении модуля эрозии. Его величина изменяется в пределах от 12 т/км² в Талыше до 3486 т/км² на южном склоне Большого Кавказа.

Наиболее высокими величинами модуля стока наносов отличаются реки Большого Кавказа. На реках северо-восточного склона Большого Кавказа модуль стока наносов изменяется от 532 (р. Карачай — с. Рюк) до 2025 т/км² (р. Хиналыхчай — с. Хиналых). Реки южного склона Большого Кавказа характеризуются величинами модуля стока наносов от 222 (р. Варташенчай — с. Варташен) до 3486 т/км² (р. Дамарчик — устье).

На реках Малого Кавказа и Нахичеванской АССР модуль стока значительно меньше и изменяется от 21 (р. Геранчай — с. Юхары Агджакенд) до 321 т/км² (р. Левчай — с. Камышлы). Реки Талыша отличаются также сравнительно низкими значениями модуля стока наносов (12—324 т/км²). По данным наблюдений, только в бассейне р. Виляжчай его величина достигает 234,5 т/км².

Неравномерность модуля стока наносов обусловлена наиболее интенсивным развитием эрозии в области Большого Кавказа, что связано с распространением здесь легкоразмываемых пород, интенсивностью новейших тектонических поднятий, наличием значительных оголенных участков в высокогорной части речных бассейнов, большой крутизной склонов и их расчлененностью.

В качестве показателя интенсивности эрозии применяется величина среднего годового слоя смыва (h_s) с поверхности водосбора (денудационный слой), представляющая собой, как и модуль эрозии, отношение объема среднего годового стока наносов к площади водосбора реки:

$$h_s = \frac{W \cdot 10^9}{\gamma F 10^{12}} = \frac{W}{\gamma F 10^3} = 0,001 \frac{W}{\gamma F} \text{ мм.}$$

Здесь W — средний годовой сток наносов (т); F — площадь водосбора (км²); γ — объемный вес коренных пород, составляющих речные водосборы, величина которого в среднем 2 т/м³; 10^9 и 10^{12} — переходные коэффициенты соответственно от м³ в мм³ и от км² в мм². Вычисленные по этому отношению величины слоя смыва были нанесены на карту Азербайджанской ССР, и по ним проведены изолинии интенсивности смыва с поверхности речных водосборов (см. рисунок).

Анализ составленной схемы выявил весьма любопытную картину изменения интенсивности денудации на территории Азербайджана в зависимости от морфоструктурных и морфоклиматических условий. Отметим, что заштрихованные участки на этой карте (за исключением оконечных первыми изолиниями от главных водоразделов Большого и Малого Кавказа, Талышского хребта) не являются зонами, показывающими непосредственно величину слоя смыва на данной полосе, как это иногда неправильно считается в гидрологической и геоморфологической литературе. Они показывают лишь, при каком размере нарастания площади водосборов величина слоя смыва (или модуля стока наносов) увеличивается или уменьшается до определенного значения, так как слой смыва в каждом случае устанавливается по отношению ко всей площади водосбора реки для данного ее твора.

Интенсивность смыва с поверхности водосборов достигает наибольших значений в верховьях рек Большого Кавказа, где величина ее более 1 мм/год. На реках Геокчай, Дамирапаранчай, Дамарчик годичный слой смыва в их верхних течениях изменяется в пределах 1,40—1,74 мм, т. е. денудационный метр охватывает период в 714—575 лет. Наименьшие значения поверхностного смыва приурочены к верхним течениям рек Малого Кавказа, рек Нахичеванской АССР, стекающих с Зангезурского хребта, а в Ленкоранской обл. — к участкам рек, расположенным непосредственно в пределах Талышского хребта. Величина

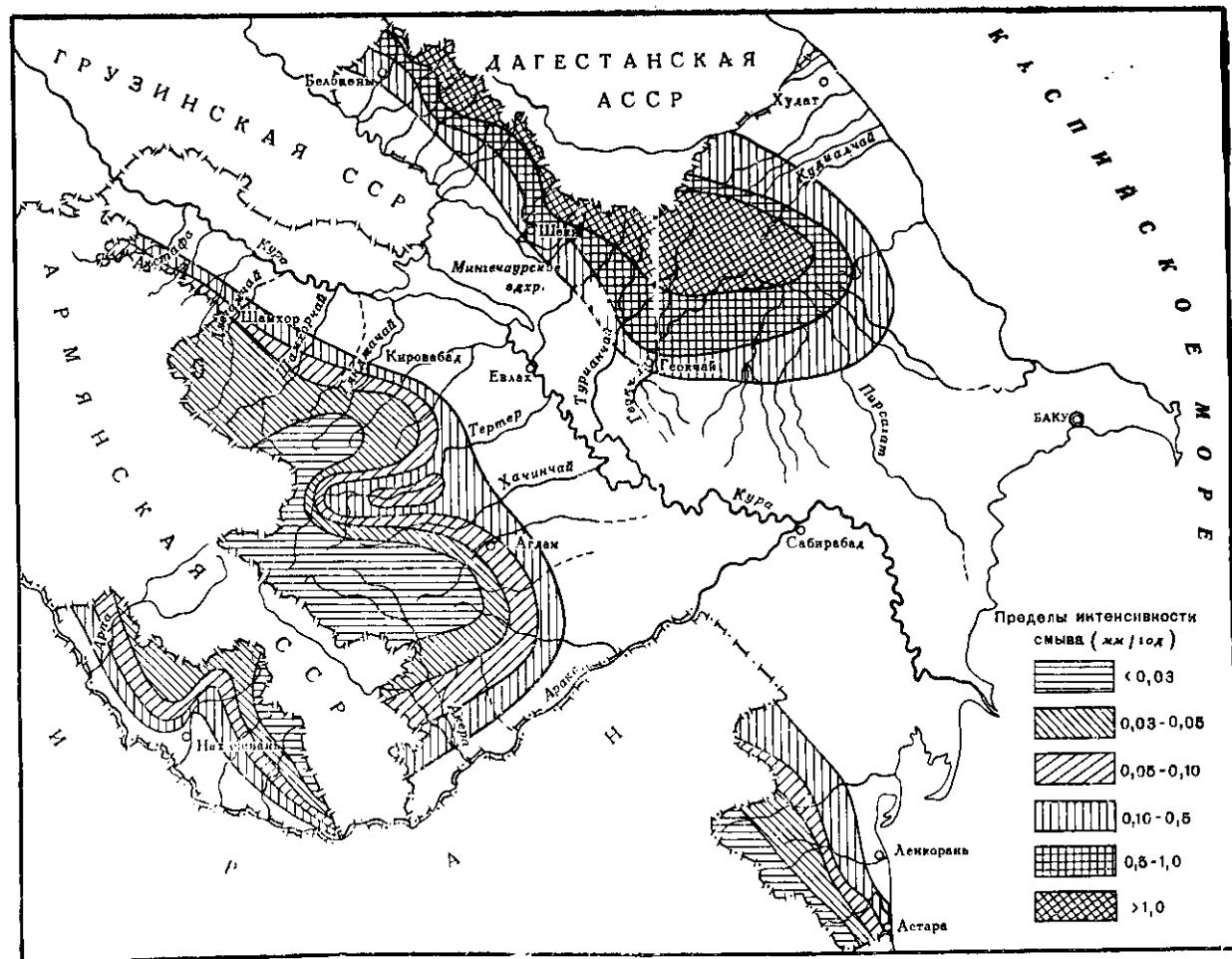


Схема изменения интенсивности смыва с поверхности горной части территории Азербайджанской ССР

среднего годового смыва поверхности в высокогорной части Большого Кавказа почти в 50 раз превышает слой смыва в верхней зоне гор Малого Кавказа и Талыша. Эти различия связаны прежде всего с литологическим составом пород, представленных на Большом Кавказе преимущественно осадочными толщами, легко поддающимися размыву, а на Малом Кавказе и в Талыше — устойчивыми к денудации вулканогенными породами. Кроме того, отмеченные различия в известной мере обусловлены также изменениями в количестве выпадающих осадков, достигающих в высокогорьях Большого Кавказа 900—1400 мм/год, Малого Кавказа — 600—900 и Талыша — до 600 мм/год (Климат Азербайджана, 1968). По-видимому, существенную роль играет также высокая расчлененность рельефа и крутизна склонов на Большом Кавказе.

Интересно отметить, что на Большом Кавказе величина слоя смыва с высотой гор прогрессивно увеличивается, достигая максимальных значений в лишенной лесной растительности высокогорной зоне. На среднегорных участках наличие лесного покрова существенно препятствует водной эрозии, вследствие чего с нарастанием площади водосбора величина модуля стока наносов здесь уменьшается и составляет при выходе из гор около 0,5 мм/год. В области Малого Кавказа и большей части Талыша тенденция нарастания интенсивности поверхностного смыва имеет обратную направленность (инверсию) и увеличивается от верхней зоны гор к их предгорьям. Это связано главным образом с последовательностью смены литологического состава пород и количества выпадающих осадков. Верхняя часть речных водосборов сложена в основном трудноразмываемыми вулканогенными породами, тогда как в нижних частях бассейнов обнажаются мощные осадочные толщи. В Ленкоранской обл. в предгорной зоне увеличивается количество осадков. В результате величина годовичного слоя смыва нарастает от 0,03—0,1 мм во внутренних частях Талыша до 0,5 мм на участках при выходе рек из гор.

В работе Н. И. Маккавеева (1955) отмечалось, что результаты взаимодействия тектоники и эрозии в основном зависят от скорости тектонических движений, интенсивности самой эрозии и противоэрозионной устойчивости пород. Однако отношение этих природных факторов в конкретных условиях оказывается весьма сложным, и «ведущими» в разных регионах часто оказываются различные факторы. Резко отличными по особенностям современной денудации являются и горные области Азербайджана. Общим фактором, определяющим усиление или ослабление в них денудации, является литологический состав пород. Во всех рассмотренных нами случаях общая направленность процессов эрозии тесно связана (прежде всего) с денудационной устойчивостью пород к размыву.

Влияние же суммарной величины неотектонических поднятий сказывается по-разному и в ряде случаев оказывается «подавленным» остальными факторами. Для этого достаточно сравнить нашу схему с картой новейших тектонических движений Азербайджанской ССР (Агабеков и др., 1968). Прямая связь между интенсивностью современной денудации и неотектонических поднятий сохраняется только для области Большого Кавказа (где этому способствует аналогичная последовательность смены литологических комплексов). На Малом Кавказе и в Талыше эта связь оказывается обратной, так как она подавляется обратной последовательностью смены литологических комплексов пород.

Что касается современных тектонических движений, то прослеживается их более прямое влияние на направленность и интенсивность современной денудации. По исследованиям Д. А. Лилиенберга и В. А. Матцковой (1970) к области наибольших поднятий в Восточном Закавказье (Большой Кавказ) приурочена наибольшая интенсивность денудации и

ее уменьшение к периферии поднятия. К области инверсии современных вертикальных движений (Малый Кавказ) приурочена и обратная последовательность в смене интенсивности денудации. Эти положения подтверждаются также и нашими данными.

Роль растительности также проявляется в комплексе взаимосвязей с остальными определяющими факторами. Так, на южном склоне Большого Кавказа лесная растительность в значительной степени снижает интенсивность денудации, что сочетается с аналогичной тенденцией здесь воздействия неотектоники и литологии. В то же время на Малом Кавказе и в Талыше влияние лесной растительности как бы снимается противоположным по направленности влиянием литологического фактора.

На характер изменения интенсивности денудации внутри горных территорий значительное влияние оказывает мезорельеф. Весьма своеобразным в этом отношении является бассейн р. Тертер. В среднем ее течении (Атерская котловина) модуль смыва несколько меньше ($0,07 \text{ мм/год}$), по сравнению с выше- и нижележащими участками (около $0,1 \text{ мм/год}$). По данным Н. Ш. Ширинова (1961), на этом участке р. Тертер прослеживается серия эрозионно-аккумулятивных террас, насчитывающая 8—9 уровней. Здесь же отмечается мощная аккумуляция голоценовых и современных рыхлых отложений (Антонов, 1971). Не исключено, что подобное явление имеет место и в ряде внутригорных котловин других долин. Однако отсутствие конкретных данных о стоке наносов не позволило нам на этом этапе их выявить.

Таким образом, для всей горной части территории Азербайджанской ССР модуль смыва составляет $0,5 \text{ мм/год}$, а денудационный метр охватывает в среднем период в 2000 лет. Объем денудации азербайджанской части Кавказа (в ареале изолинии $0,5 \text{ мм/год}$) за четвертичное время ($0,5 \text{ млн. лет}$) может быть оценен порядком $9,6 \text{ тыс. км}^3$. Выносимый реками материал накапливался в предгорной полосе краевых и межгорных прогибов в виде мощных конусов выноса и частично в Куринской и Каспийской впадинах. Разумеется, здесь не учитывается объем тех осадков, которые переотлагались в пределах самой горной части водосборов в виде пойменного аллювия, оползней, обвалов, делювиальных отложений и т. п.

По суммарной интенсивности денудации горы Кавказа в целом уступают, например, Северным Альпам, где ее величина достигает $0,57 \text{ мм/год}$ (Волин, 1946). Для территории же всего Кавказа Г. К. Габриеляном (1971) установлена средняя величина годового слоя смыва — $0,204 \text{ мм}$. При этом денудационный метр охватывает период в 4900 лет. По исследованиям Г. Н. Хмаладзе (1964) аналогичные показатели на территории Армянской ССР колеблются в пределах $0,004—0,126 \text{ мм/год}$, составляя в среднем $0,033 \text{ мм/год}$. Таким образом, на фоне Кавказской горной страны только горные области Азербайджана по интенсивности денудации приближаются к Альпам. При этом горные сооружения Большого Кавказа отличаются более высокой интенсивностью денудации по сравнению с Северными Альпами, а Малый Кавказ и Талыш значительно отстают.

ЛИТЕРАТУРА

- Агабеков М. Г., Азизбеков Ш. А. и др. Новейшие тектонические движения. В сб. «Тектоническое строение Азербайджана и Каспийской впадины». Изд. АН АзербССР, 1968.
- Антонов Б. А. Геоморфология и вопросы новейшей тектоники юго-восточной части Малого Кавказа. Баку, «ЭЛМ», 1971.
- Ахундов С. А. Твердый сток Ширванских рек. «Тр. Азерб. геогр. о-ва», т. IV. Изд. АН АзербССР, 1968.
- Волин А. В. Твердый сток и скорость эрозии. «Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз.», т. IX, № 5, 1946.
- Габриелян Г. К. Интенсивность денудации на Кавказе. «Геоморфология», № 1, 1971.
- Климат Азербайджана. Изд. АН АзербССР, 1968.

- Куликов Г. И. О водной эрозии горного района в условиях Азербайджана. «Докл. АН АзербССР», т. XI, № 5, 1955.
- Лилиенберг Д. А., Матцкова В. А. Тенденция современных вертикальных движений Малого Кавказа и Армянского нагорья. «Докл. АН СССР. Сер. геол.», т. 194, № 1, 1970.
- Маккаев Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М., Изд. АН СССР, 1955.
- Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа. М., «Недра», 1968.
- Рустамов С. Г. Реки Азербайджанской ССР и их гидрологические особенности (на азерб. языке). Изд. АН АзербССР, 1960.
- Хмаладзе Г. Н. Взвешенные наносы рек Армянской ССР. Л., Гидрометеиздат, 1964.
- Ширинов Н. Ш. К геоморфологии конусов выноса Куринской межгорной впадины и их связь с новейшими тектоническими движениями. «Изв. АН АзербССР. Сер. геол.-геогр. наук и нефти», № 3, 1961.

Институт географии
АН АзССР

Поступила в редакцию
18.II.1972 г.

INTENSITY OF THE AZERBAIJANIAN CAUCASUS DENUDATION

S. A. AKHUNDOV

Summary

The data are given on modulus of the alluvium flow of mountain rivers of the Azerbaijan SSR. The mean annual layer of denudation all over the mountain territory of the republic is 0,5 mm. Denudational meter corresponds to the period of 2000 years. The total Quaternary denudation volume is estimated to be 9600 km³ for the mountain territory.

УДК 551.4.036(575.3)

В. И. ЕРМИЛИН, Н. В. ЧИГАРЕВ

К ВОПРОСУ О ПЕРЕСТРОЙКЕ ДОЛИНЫ РЕКИ ВАХШ

В литературе уже высказывались предположения о вероятной миграции русла р. Вахш на протяжении плейстоцена. Предполагается, в частности, что первоначально р. Вахш сбрасывала свои воды через Илякский перевал западнее пос. Обигарм (Кухтиков, 1954; Бабаев, 1962). И лишь позднее, под влиянием тектонических движений долина Вахша сместилась к югу и приобрела свой современный облик. Поскольку подобные предположения опирались на недостаточный фактический материал, то вопрос оставался открытым. В настоящей статье приводятся результаты исследований, проведенных авторами на территории Юго-Западного Памиро-Алая в 1968—1969 гг. в Гармском геоморфологическом отряде Комплексной сейсмологической экспедиции ИФЗ АН СССР.

Современная река Вахш течет с востока на запад. Левый борт ее долины выработан в северном склоне Вахшского хребта, который по своему геологическому строению является непосредственным продолжением хр. Петра Первого и сложен терригенными мезокайнозойскими отложениями. Правый борт долины р. Вахш от г. Комсомолабад до устья р. Оби-Гарм сложен палеозойскими породами (преимущественно гранитами) Каратегинского хребта, а ниже устья р. Оби-Гарм — вновь мезокайнозойскими отложениями хр. Сурхку. Между хребтами Вахшским и Сурхку р. Вахш образует узкое и глубокое ущелье.