

ЭРОЗИЯ ПОЧВ

УДК 631.4:551.311.24

Н. И. КОЧЕТОВ

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ
В БАССЕЙНАХ НЕКОТОРЫХ РЕК БОЛЬШОГО КАВКАЗА

По объему стока взвешенных наносов рассчитаны величина смыва и показатель интенсивности смыва почв для 10 бассейнов западной и 13 бассейнов восточной частей Большого Кавказа. По интенсивности смыва водосборы разделены на 5 групп; в западной части интенсивность характеризуется как слабая и умеренная, а восточной — от слабой до катастрофической.

Известно, что продукты размыва почв служат основным источником формирования твердого стока рек и транспортируются водными потоками преимущественно в форме взвесей и в меньшей степени влечением по дну и в виде растворов минеральных солей.

Поскольку вынос влекомых наносов в условиях горных стран составляет в среднем 12—25% от общего стока [6,1 и др.], а объем химически растворенных веществ определяется преимущественно подземным питанием и им в данном случае возможно пренебречь, сток взвешенных наносов может в определенной мере характеризовать количественную сторону протекающих на поверхности водосборов эрозионных процессов. Однако следует иметь в виду, что часть перемещаемых вниз по склону смытых почвенных частиц задерживается неровностями рельефа и растительностью, и, следовательно, речной вынос взвешенных частиц отражает не тотальный смыв с площади водосбора, а лишь транзитную часть эрозии почв [5].

На темпы естественной и ускоренной эрозии почв большое влияние оказывают многие факторы, важнейшими из которых являются рельеф, направленность и интенсивность современных вертикальных тектонических движений, литологические особенности материнских пород, климат, почвенно-растительный покров, характер хозяйственной деятельности человека.

В настоящей работе приведены результаты исследований особенности проявления и интенсивности водной эрозии почв западной и восточной частей Большого Кавказа, резко различных в природном отношении. На западе максимальные высоты достигают 2800—4000 м, а скорость современных поднятий составляет 8—12 мм/год, Восточный Кавказ поднят до 4500 м, а интенсивность поднятий достигает максимальных значений для всей горной страны, составляя несколько десятков мм/год [4].

Основными почвообразующими породами на всей территории являются терригенные и карбонатные породы и лишь в осевой зоне на западе денудацией вскрыты палеозойские кристаллические породы.

В пределах всей территории господствуют горно-лесные и горно-луговые ландшафты. В нижнем и среднем ярусах рельефа Западного Кавказа распространены смешанные широколиственные и темнохвойные леса на серых и бурых горно-лесных и дерново-карбонатных почвах, в нижнем ярусе сильно распаханых. В лесной зоне ведутся лесоразработки. На востоке нижний ярус рельефа занят сухими степями и полупустынями на каштановых почвах и сероземах. Лесной пояс здесь сильно сужен и представлен в основном широколиственными лесами на бурых горно-лесных почвах. Предгорья и низкогорья сильно распаханы, горные леса имеют эксплуатационное значение. Верхний ярус рельефа повсеместно занят субальпийскими и альпийскими лугами на горно-луговых почвах. Полоса лугов расширяется в восточном направлении, поскольку уровень снеговой границы поднимается здесь до 3800—3900 м. В восточной части выше границы леса развиты горные степи на черноземах. Эти степи и высокогорные луга повсеместно используются в качестве пастбищ [3].

Весьма существенны различия и в характере увлажнения. В высокогорье Западного Кавказа годовая сумма атмосферных осадков достигает 3200 мм, к востоку их количество уменьшается и в верховьях рек Восточного Кавказа составляет 1000—1600 мм. В предгорьях на западе выпадает 800 (северный склон) — 1600 мм (южный склон) осадков, на востоке их годовая величина уменьшается до 400 мм. Эта особенность четко отражена в значениях модулей стока в бассейнах рек (табл. 1).

Из изложенного следует, что Восточный Кавказ, сложенный преимущественно слабоустойчивыми в эрозионном отношении осадочными породами и характеризующийся активными современными тектоническими поднятиями, а также разреженным и угнетенным растительным покровом, должен в большей степени испытывать действие разрушительных экзогенных, в том числе и эрозионных процессов, чем Западный. Это обстоятельство находит яркое отражение в характере стока взвешенных наносов.

Для получения характеристик стока взвешенных наносов рек Большого Кавказа нами обработаны данные многолетних стационарных наблюдений на гидрометрических пунктах [7—9] и рассчитаны объемы среднего годового стока в абсолютных и относительных значениях. Из табл. 1 видно, что объем стока и его модули изменяются в довольно широких пределах. Наибольшими абсолютными значениями характеризуются реки Сулак, Самур и Белая. Модуль стока на Западном Кавказе по данным 20 пунктов, характеризующих бассейны 10 водосборов общей площадью 28,1 тыс. км², изменяется от 58 т/км²·год (р. Желобная — Гузерипль, бассейн р. Белой) до 589 т/км²·год (р. Шахе — Солох-Аул). На Восточном Кавказе по данным 21 пункта, характеризующего 13 водосборов площадью 24,0 тыс. км², значения этого показателя изменяются от 81 т/км²·год (р. Алиджанчай — Калбаши) до 6508 т/км²·год (р. Дамирапаранчай — Куткашен).

Реки Восточного Кавказа отличаются наиболее высокими значениями модуля стока взвешенных наносов. Для большинства исследованных бассейнов они лежат в интервале 800—2100 т/км²·год, тогда как на Западном Кавказе подавляющее число бассейнов характеризуется модулем стока от 100 до 300 т/км²·год.

Максимальное значение модуля отмечено в бассейне р. Турианчай в верховьях ее притока р. Дамирапаранчай. Оно связывается с селевым характером бассейна и в 11 раз превышает наивысший модуль стока взвесей в западной части Большого Кавказа (р. Шахе).

Представляет интерес внутrigодовое и сезонное распределение стока взвешенных наносов, обнаруживающее тесную связь с климатическими особенностями водосборов (табл. 2).

Таблица 1

Сток взвешенных наносов и интенсивность смыва поиз с поверхности водосбороз рек Большого Кавказа

Река, пункт	Площадь водосбора, км ²	Средне-взвешенная высота водосбора, м	Годовой слой водного стока, мм	Сток взвешенных наносов		Слой смыва, мм/год	Интенсивность смыва, мм/год на 100 мм стока
				тыс. т	т/км ²		
Западный Кавказ							
Теберда, Теберда	504	2580	1701	130	260	0,17	0,01
М. Зеленчук, Алибердуковский	1320	1910	576	170	130	0,09	0,02
Б. Зеленчук, Исправная	1850	1520	668	240	130	0,09	0,01
Б. Лаба, Азиатский Мост	1180	1970	1058	160	140	0,09	0,01
М. Лаба, Бурное	1090	1960	1014	98	90	0,06	0,01
Лаба, Каладжинская	3870	1600	753	660	200	0,13	0,02
Лаба, Догужиев	12000	730	251	850	71	0,05	0,02
Уруп, Попутная	2560	1010	208	440	170	0,11	0,05
Уруп, Стеблицкий	3220	900	163	790	250	0,17	0,10
Белая, Каменноостский	1850	1330	850	280	150	0,10	0,01
Белая, Северный	5790	810	583	2200	380	0,25	0,04
Желобная, Гузерипль	64	1260	639	9	140	0,09	0,01
Чамлык, Вознесенская	554	590	67	32	58	0,04	0,06
Пшеха, В. Черниговской	622	1000	1166	110	180	0,12	0,01
Пшеха, Апшеронск	1480	830	828	380	260	0,17	0,02
Шахе, Солох-Аул	423	1010	2084	249	589	0,39	0,02
Сочи, Пластунка	238	840	2092	79	332	0,22	0,01
Мзымта, Красная Поляна	510	1670	1988	151	296	0,20	0,01
Мзымта, Кепш	798	1380	1799	356	445	0,30	0,02
Кодори, Ганаклеба	1990	1630	1956	570	286	0,19	0,01
Восточный Кавказ							
Сулак, Миатлы	13100	1240	430	12300	940	0,63	0,15
Самур, Ахты	2210	1780	608	3942	1784	1,19	0,20
Кусарчай, Кузун	250	2940	583	110	440	0,29	0,05
Кудиялчай, Хиналых	104	2960	895	82	788	0,53	0,06
Кудиялчай, Кюпчал	517	2400	432	757	1460	0,97	0,23
Карачай, Алыч	252	2210	276	505	2004	1,34	0,48
Вельвеличай, Нохурдюзи	210	2240	351	378	1800	1,20	0,34
Вельвеличай, Тенгя-Алты	454	1870	275	568	1250	0,83	0,30
Сумгаит, Перекишкюль	1500	890	35	303	202	0,14	0,39
Варташенчай, Варташен	31	1620	440	4	140	0,09	0,02
Алиджанчай, Калбаши	708	990	182	57	81	0,05	0,03
Ахчай, Фильфили	99	2320	1051	208	2121	1,41	0,14
Дамирапаранчай, Куткашен	126	2430	825	820	6508	4,33	0,52
Турнанчай, Савалан	1340	1280	387	1356	1012	0,68	0,17
Вандамчай, Вандам	69	2130	895	38	551	0,37	0,04
Агричай, Исмаиллы	88	940	206	8	93	0,06	0,03
Геокчай, Буйнуз	308	1940	948	505	1640	1,09	0,12
Геокчай, Геокчай	1480	970	289	1419	960	0,64	0,22
Гардыманчай, Гендоб	326	1870	444	275	840	0,56	0,13
Ахсучай, Ахсу	367	1030	140	221	602	0,40	0,29
Пирсагат, Пирсагат	1530	820	32	347	226	0,15	0,50

Выявлено, что в зависимости от режима питания максимум стока падает на весну (бурное снеготаяние) — реки Белая, Пшеха, Мзымта, Варташенчай, либо на лето, когда возрастает роль ледниковой составляющей питания — реки Теберда, Б. Зеленчук, Уруп, Кусарчай, Кудиялчай и Геокчай, либо на период осенних дождей в области влажных субтропиков — р. Шахе. Таким образом, максимальный речной сток взвешенных наносов осуществляется в основном в весенне-летний период, лишь реки Пшеха и Шахе выпадают из общего ряда: первая имеет зимне-весенний (53,7%), вторая — летне-осенний (55,1%) максимумы стока взвесей.

Таблица 2

Распределение стока взвешенных наносов некоторых рек Большого Кавказа по сезонам, % от годового

Река, пункт	Зима XII—II	Весна III—V	Лето VI—VIII	Осень IX—XI	Весна-лето III—VIII
Западный Кавказ					
Теберда, Теберда	0,2	7,0	70,0	22,8	77,0
Б. Зеленчук, Исправная	0,3	38,6	56,2	4,9	94,8
Уруп, Стеблицкий	2,3	42,6	52,1	3,0	94,7
Белая, Каменноостский	11,2	39,7	30,9	18,2	70,6
Пшеха, Апшеронск	28,2	36,5	17,2	18,2	53,7
Шахе, Солох-Аул	23,2	21,7	26,9	28,2	48,6
Мзымта, Красная Поляна	17,6	42,7	29,7	10,0	72,4
Восточный Кавказ					
Варташенчай, Варташен	0,3	62,9	29,1	7,7	92,0
Кусарчай, Кузун	0,5	22,2	73,4	3,9	95,6
Кудиалчай, Кюпчал	0,7	26,8	65,0	7,5	91,8
Геокчай, Геокчай	1,5	39,7	41,9	16,9	81,6

Полученные расчетные значения модуля стока могут характеризовать количественно особенности эрозийных процессов, протекающих в пределах исследованных водосборов, однако для оценки поверхностного размыва удобнее перевести весовые значения модулей в объемные (линейные) и рассчитать среднее значение годового слоя смыва в мм, приняв за объемный вес взвеси величину $1,5 \text{ т/м}^3$.

Расчеты показывают, что наибольшие значения годового смыва свойственны водосборам Восточного Кавказа (табл. 1). В верхних частях бассейнов рек Самура, Карачая, Вельвеличая, Ахчая и Геокчая они составляют от 1,09 до 1,41 мм/год, а в бассейне р. Дамирапаранчая — 4,33 мм/год. Минимальные значения свойственны водосборам рек Алиджанчай, Агричай, Сумгаит и Пирсагат — от 0,05 до 0,15 мм/год.

В западной части Большого Кавказа наибольшим годичным слоем смыва почв отличаются водосборы рек Белой, Мзымты и Шахе. Полученные нами данные (табл. 1) достаточно близки к результатам Бурыкина [2], исследовавшего темпы эрозии почв на стоковых площадках в условиях влажных субтропиков, — 0,20 мм/год. Минимальные показатели смыва характерны здесь для водосборов рек Лабы, М. и Б. Зеленчуков, а также притоков Лабы и Белой в пределах высокогорья (табл. 1).

Некоторые исследователи [1 и др.] предлагают считать величину среднего годового слоя смыва с поверхности водосбора показателем интенсивности эрозии. На наш взгляд, при расчетах значений этого показателя следует обязательно учитывать характер водообеспеченности водосбора. С этой целью в качестве показателя интенсивности смыва почв мы предлагаем использовать значение слоя смыва в мм/год на каждые 100 мм водного стока с поверхности водосборного бассейна. Такой показатель, учитывающий столь важный природный фактор эрозийного процесса, как водообеспеченность, представляется более выразительным и достоверным. Полученные расчетные данные содержатся в табл. 1.

Установлено, что на Западном Кавказе интенсивность смыва почв в общем невелика и достигает максимума в 0,10 мм/год на 100 мм водного стока в бассейне р. Урупа, характеризуясь в целом для этой части Большого Кавказа средними значениями 0,01—0,02 мм/год. На Восточном Кавказе этот показатель значительно выше и достигает величин 0,50 (р. Пирсагат) и даже 0,52 мм/год на 100 мм водного стока (р. Дамирапаранчай), составляя в среднем от 0,15 до 0,30 мм/год.

Из табл. 1 отчетливо видно, что не всегда наибольшему слою смыва почв отвечает высокий показатель интенсивности смыва. Это обстоятель-

ство позволяет считать, что влияние климата, выраженное через слой водного стока с площади водосбора, не всегда является ведущим фактором эрозионного процесса и что на него накладываются иные факторы (литологический, тектонический, хозяйственная деятельность человека и др.), играющие при определенных условиях весьма существенную роль в смыве почв. Так, бассейн р. Урупа, не отличаясь высокой увлажненностью, характеризуется максимальным значением интенсивности смыва, что связывается, несомненно, с литологическими особенностями водосбора и самой высокой для исследованных рек западной части Большого Кавказа степенью распаханности территории — 20%.

В сравнительном плане существенный интерес представляет попарное сопоставление некоторых водосборов западной и восточной частей исследованной территории. Для такого сопоставления были отобраны пункты, характеризующиеся сходными основными морфометрическими параметрами — площадью водосбора и его средневзвешенной высотой (табл. 3). Это позволило в некоторой степени как бы снять влияние геоморфологического фактора и полнее оценить роль прочих природных факторов эрозионного процесса.

Таблица 3

Сравнительная характеристика интенсивности водного смыва почв на водосборах Большого Кавказа со сходными геоморфологическими условиями

Река, пункт	Площадь водосбора, км ²	Средневзвешенная высота, м	Годовой слой стока воды, мм	Соотношение слоя стока	Интенсивность смыва, мм/год на 100 мм стока	Соотношение интенсивностей смыва
Пшеха, Апшеронск	1480	830	828	23:1	0,02	1:20
Сумгаит, Перекишкюль	1500	890	35		0,39	
Шахе, Солох-Аул	423	1010	2084	15:1	0,02	1:15
Ахсучай, Ахсу	367	1030	140		0,29	
Белая, Каменноостский	1850	1330	850	2:1	0,01	1:17
Турианчай, Савалан	1340	1280	387		0,17	
Кодори, Ганахлеба	1990	1630	1956	3:1	0,01	1:20
Самур, Ахты	2240	1780	608		0,20	
Мзымта, Красная Поляна	510	1670	1988	7:1	0,01	1:30
Вельвеличай, Тенгя-Алты	454	1870	275		0,30	
Теберда, Теберда	504	2580	1701	4:1	0,01	1:23
Кудиалчай, Кюпчал	517	2400	432		0,23	

Для всех рассмотренных случаев установлено, что интенсивность смыва почв в восточных бассейнах намного выше, чем в западных. Так, в бассейнах рек Ахсучай, Турианчай, Сумгаит и Самур она в 15—20 раз выше, чем в соответствующих им бассейнах рек Шахе, Белой, Пшехи и Кодори, а в бассейнах рек Кудиалчай и Вельвеличай интенсивность смыва почв в 23 и 30 раз превышает таковую в бассейнах рек Теберды и Мзымты соответственно. Следует подчеркнуть, что во всех случаях величина годового слоя водного стока в пределах западных водосборов выше. Так, в бассейнах рек Белой, Кодори, Теберды и Мзымты слой водного стока в 2—7 раз больше, чем соответственно в бассейнах рек Турианчая, Самура, Кудиалчая и Вельвеличая. Для остальных сравниваемых пар эти различия еще контрастнее: слой водного стока в бассейне р. Шахе в 15, а в бассейне р. Пшехи в 23 раза выше такового в бассейнах рек Ахсучай и Сумгаит соответственно (табл. 3).

Высокие значения показателей интенсивности водной эрозии почв в восточной части Большого Кавказа стоят, на наш взгляд, в прямой связи с более высокой степенью активности современных поднятий, постоянно подновляющих рельеф и стимулирующих проявление процессов денудации, и хозяйственной освоенностью территории — с одной стороны, а также с различиями в характере растительного покрова и выполняемой им противоэрозионной функции в западной и восточной частях — с другой.

Этот вывод отнюдь не умаляет важной роли в процессе смыва почв литологического и климатического факторов, влияние которых накладывается в свою очередь на действие геоморфологического, тектонического, биологического и других факторов.

По степени интенсивности смыва почв все исследованные водосборы могут быть разделены на 5 групп: 1) слабая — 0—0,05 мм/год; 2) умеренная — 0,06—0,10 мм/год; 3) высокая — 0,11—0,20 мм/год; 4) весьма высокая — 0,21—0,30 мм/год; 5) катастрофическая — более 0,30 мм/год.

Согласно этой условной шкале, к 1-й группе отнесены 23 водосбора, в том числе 18 западных; ко 2-й — 3, в том числе оставшиеся западные; к 3-й — 6; к 4-й — 4; к 5-й — остальные 5 водосборов Восточного Кавказа (табл. 1). Таким образом, интенсивность водного смыва почв в западной части оценивается как слабая и умеренная, в восточной — от слабой до катастрофической.

Продукты смыва почв, входящие в состав аллювия пойменной фации, накапливаясь на поймах внутригорных котловин и в низовьях рек, служат материнской породой пойменных и лугово-болотных почв, которые с применением осушительных мелиораций могут быть использованы под пашню (рис, овощи и другие культуры) и сенокосно-пастбищные угодья. С другой стороны, аккумуляция в чашах водохранилищ и оросительной сети, взвешенные наносы приводят к их заносимости, что существенно влияет на эффективность эксплуатации этих гидротехнических сооружений.

Поскольку характер эрозии почв в разных вертикальных зонах различен, методы борьбы с эрозией и ее предупреждением должны носить региональный характер. В качестве возможных мер по предупреждению водного смыва почв в различных вертикальных зонах могут быть рекомендованы:

1. Регулирование выпаса скота на горных летних пастбищах с применением правильных пастбищеоборотов и использованием в необходимых случаях искусственного залужения.

2. Установление оптимальной лесистости конкретных территорий, обеспечивающее почвозащитную, водоохранную и климаторегулирующую роль лесной растительности и правильного соотношения площади лесов и сельскохозяйственных угодий.

3. Строгая охрана почвенного слоя на лесосеках при заготовке и транспортировке древесины.

4. Облесение сильно смытых бросовых земель и пустырей в лесной зоне.

5. Террасирование крутых склонов и упорядочение поверхностного стока на всех осваиваемых площадях.

6. Строгое соблюдение правил агротехники при использовании горных склонов.

7. Заравнивание водороев и промоин на пахотных землях, фитомелиоративные и гидротехнические мероприятия по укреплению берегов гидрографической сети.

Литература

1. Ахундов С. А. Интенсивность денудации азербайджанской части Кавказа. Геоморфология, № 3, 1974.
2. Бурькин А. М. О темпах эрозии и почвообразования (на примере влажных и сухих субтропиков СССР). Почвоведение, № 6, 1966.
3. Кавказ. «Наука», 1966.
4. Лилленберг Д. А., Магцкова В. А., Горелов С. К., Думитрашко Н. В., Муратов В. М. Карта современных вертикальных движений и морфоструктуры Кавказа. В кн.: Проблемы современных движений земной коры. М., 1969.
5. Лопатин Г. В. Эрозия и сток наносов в Европейской части СССР и Северном Кавказе. Известия ВГО, т. 81, вып. 5, 1949.
6. Лопатин Г. В. Наносы рек СССР (образование и перенос). М., Географгиз, 1952.

7. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 8. Северный Кавказ. Л., Гидрометеиздат, 1966.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 9. Закавказье и Дагестан, вып. 1. Западное Закавказье. Л., Гидрометеиздат, 1967.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 9. Закавказье и Дагестан, вып. 4. Восточное Закавказье. Л., Гидрометеиздат, 1971.

Кубанский государственный
университет

Дата поступления
3.1.1977 г.

N. I. KOCHETOV

**EVALUATION OF SOIL WATER EROSION INTENSITY IN BASINS
OF SOME GREAT CAUCASUS RIVERS**

From the amount of suspended solid discharge the size of the erosion-loss layer and the indexes of soil erosion intensity have been calculated for 10 basins in the west and 13 basins in the east of the Great Caucasus.

According to the intensity of the erosion-loss the catchments have been divided into 5 groups: in the west the intensity is characterized as weak and moderate, and in the east it changes from weak to catastrophic.
