

УДК 551.4.042(479)

**ПРИЧИННО-ФАКТОРНЫЕ СВЯЗИ  
РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ДЕНУДАЦИИ  
(на примере Кавказского региона)**

*А.Г. Шарифуллин*

**Аннотация**

Исследования, выполненные на примере гор Кавказа, подтверждают концепцию о многофакторности процессов современной денудации. В условиях Кавказа из всех факторов наибольшее влияние на показатель слоя годового смыва, характеризующего суммарный вынос рыхлообломочного материала за пределы речного бассейна, оказывают литология и высота местности. Вклад других факторов, а именно уклона и экспозиции склонов, запасов воды в снежном покрове, слоя атмосферных осадков, колебаний температуры, залесенности, типа почв и плотности населения, отчётливо проявляется лишь на отдельных территориях. Максимальные темпы денудационного снижения на Кавказе наблюдаются на среднегорных участках, которые сложены легкоразмываемыми карбонатными породами, наименьшие значения слоя годового смыва отмечены на предгорных равнинах.

**Ключевые слова:** денудация, слой годового смыва, сток взвешенных наносов рек, горы Кавказа, факторный анализ.

**Введение**

Всё более широко при изучении геоморфологических и геоэкологических процессов используется количественный подход. Одной из важных задач геоморфологии является оценка пространственной изменчивости денудации, которая в наибольшей мере наблюдается в горных странах. Об интенсивности денудации можно в известной мере судить по объёму наносов, выносимых реками. Такая денудация называется транзитной и показывает количество вещества, перемещённого по балансовому участку всеми экзогенными процессами, достигшими русла реки, и удаленного за его пределы речным потоком. Изучение общей, или тотальной, денудации, учитывающей помимо транзитной денудации количество разрушенного материала, не перемещённого экзогенными процессами, является комплексной задачей, и поэтому она в настоящей работе не рассматривается. В.Г. Лопатин указывал, в частности, для некоторых водосборов долю транзитной денудации в 8–20% от общего количества рыхлого материала, перемещённого внутри бассейна [1]. С.А. Шумм предполагал, что скорость денудации горного рельефа значительно больше скорости, рассчитанной по стоку рек, и может достигать 0.5–0.9 мм/год [2]. Н.В. Думитрашко, С.С. Воскресенский, В.А. Растворова также отмечают, что учет денудации лишь по стоку наносов рек не достаточно точен [3–5]. Тем не менее он в целом отражает пространственные различия в темпах денудации в пределах горных стран и может

быть использован в качестве показателя, отражающего различия в интенсивности разрушения горных стран комплексом экзогенных и эндогенных процессов.

### Методика

На интенсивность денудации, возникновения и развития современных экзогенных процессов оказывают влияние рельеф, тектонические движения, структурно-литологические условия, климат, почвенно-растительный покров и человек [6, 7].

Чрезвычайно важным фактором является рельеф, поскольку во всех горных странах наблюдается закономерное усиление темпов денудационного снижения с увеличением высоты рельефа. Однако в отдельных горных системах и хребтах эта зависимость может нарушаться, и отклонения от нее в первую очередь обусловлены характером высотной зональности и неравномерным увлажнением гор на различной высоте. На характер экзогенных процессов в горных странах влияют также экспозиция и крутизна склонов. На южных склонах условия для накопления снега менее благоприятны, чем на северных; наветренные склоны отличаются от подветренных большей увлажненностью. Наличие крутых и длинных склонов усиливает развитие гравитационных склоновых процессов, к тому же такие склоны получают больше атмосферных осадков [8].

Важную роль в процессе выветривания пород и последующей денудации играют также климатические факторы. Среди них наиболее значительное влияние оказывает количество атмосферных осадков, определяющее как темпы химического выветривания, так и (в сочетании с суточными колебаниями температуры) интенсивность физического выветривания, которое способствует попеременному нагреванию (расширению) и охлаждению (сжатию) пород и замерзанию и оттаиванию скопившейся в трещинах влаги. В результате происходит активное разрушение коренных пород. Если рельеф и климат обуславливают зональность денудации, то состав горных пород эту зональность нарушает. Различные генетические группы горных пород по-разному реагируют на воздействие внешних сил. Так, осадочные горные породы являются довольно стойкими по отношению к выветриванию, но многие из них весьма податливы к разрушительной работе текучих вод и ветра (лесс, пески, суглинки, мергели, галечники и т. д.), а магматические и метаморфические породы оказываются слабо податливыми по отношению к размыву текучими водами, но сравнительно легко разрушаются под воздействием процессов физико-химического выветривания. Необходимо помнить о роли антропогенной деятельности, проявляющейся не только в образовании специфических форм рельефа (например, бедленды), но и в усилении, а иногда и в уменьшении интенсивности экзогенных процессов [9].

В настоящей работе для анализа влияния природно-антропогенных факторов используются следующие параметры: количество атмосферных осадков, количество дней с переходом температуры через 0 °С и дней со снежным покровом, средняя высота водосбора, крутизна и экспозиция склона, литология, механический состав и тип почв, залесенность и плотность населения. Источником информации о климатических факторах служат данные наблюдений на метеостанциях, публикуемые в ежегодниках (справочниках по климату) [10], о почвенных и геологических факторах – геологические и почвенные карты [11]

и труды по геологии, о факторах рельефа – цифровая модель рельефа (SRTM), об антропогенных факторах – справочно-статистические данные. Вся собранная информация по различным факторам, определяющим развитие процессов денудации, вносится в программу ArcGis, где производится их обработка.

Информация по климатическим факторам вводится в программу ArcGis в виде точечных объектов, а затем полученные данные используются для интерполяции и экстраполяции величин на всю территорию исследуемых горных стран. Аналогичные данные по типам почв и геологическим характеристикам вводятся в программу ArcGis в виде площадных объектов (полигонов) с указанием типа и механического состава почв, плотности и литологии пород, а данные по рельефу – в виде раstra, который обрабатывается инструментами “slope” и “aspect” для получения слоев с крутизной и экспозицией склонов.

Далее, для каждого выделенного речного бассейна исследуемой территории по факторам, полученным в результате обработки информации в программе ArcGis, рассчитываются средние значения высоты рельефа, крутизны склонов, слоя осадков, количества дней с переходом температуры через 0 °С и дней со снежным покровом, плотности населения, а также определяются преобладающие типы почв, литологии, экспозиции склонов.

Данные режимных наблюдений на гидрологических постах по слою годовичного смыва и по отдельным факторам заносятся в общую таблицу отдельно для каждой из исследуемых горных стран для проведения корреляционного анализа и построения линейной регрессионной модели.

В процессе анализа данных выдвигается нулевая гипотеза о значимости влияния того или иного фактора на денудацию в горных странах. Фактор оказывает воздействие с вероятностью 95%, если уровень значимости менее 0.05, в противном случае различие между факторами признается незначимым, а нулевая гипотеза принимается.

При помощи названных выше методов и подходов, во-первых, будет выполнен пространственный анализ для Кавказа по распределению денудации, индикатором которой служит годовой снос вещества, рассчитанный по стоку взвешенных наносов, и, во-вторых, будет произведена оценка причинно-факторных связей развития современной денудации по различным высотным поясам гор.

Таким образом, цель настоящей работы – изучить на примере Кавказского региона интенсивность развития экзогенных процессов в горах, связанную в большой степени со значительным общим эрозионным расчленением гор и, как правило, высокой современной тектонической активностью, и подтвердить концепцию о многофакторности процессов современной денудации.

### **Территория исследования**

Кавказ – обширная горная страна, расположенная южнее Восточно-Европейской равнины. На западе её омывают Черное и Азовское моря, а на востоке – Каспийское море (рис. 1). В состав Кавказского региона входят Большой Кавказ, Малый Кавказ, Предкавказье и предгорные равнины и низменности. Рельеф Кавказа характеризуется сочетанием мощных горных поднятий, возвышенностей и низменностей. В горах Большого Кавказа и Закавказья резкая расчлененность ущельями – результат мощных молодых поднятий – наблюдается наряду с высоко



Рис. 1. Карта-схема территории Кавказа

приподнятыми плоскими выровненными поверхностями, свидетелями древних этапов развития рельефа. Верхние высотные ярусы занимает молодой рельеф альпийского типа, сформировавшийся при участии гляциально-нивалных процессов в позднечетвертичную и современную эпохи. Низменности представляют собой по преимуществу аккумулятивные равнины: аллювиальные, пролювиально-аллювиальные и морские [12]. Территории, расположенные к северу от осевого пояса Большого Кавказа, имеют черты умеренного климата, Закавказье – субтропического. Но и внутри этих территорий имеются значительные климатические различия. Годовая сумма осадков с поднятием в горы возрастает и на всех уровнях заметно убывает с запада на восток и постепенно – в высоких поясах.

### Результаты исследования

Горы подвергаются воздействию интенсивной механической денудации, часть продуктов которой, именуемая «местной», переотлагается в виде различных отложений и не выносятся за пределы горной области, а другая часть наносов – «транзитная» – удаляется за пределы горной области реками (реже ледниками, селями, ветром) и прямо зависит от интенсивности денудации в горной области. По ней можно судить об уменьшении объема материала, слагающего горы, и денудационном снижении их средней высоты [9].

Оценка влияния того или иного фактора может осуществляться с помощью дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализов [13, 14], сущность которых сводится к проверке гипотезы о значимости влияния этих факторов на исследуемый признак для дисперсионного и регрессионного анализа и к тому, что изменение одного признака, как правило, сопутствует определенному изменению другого в случае использования корреляционного анализа.

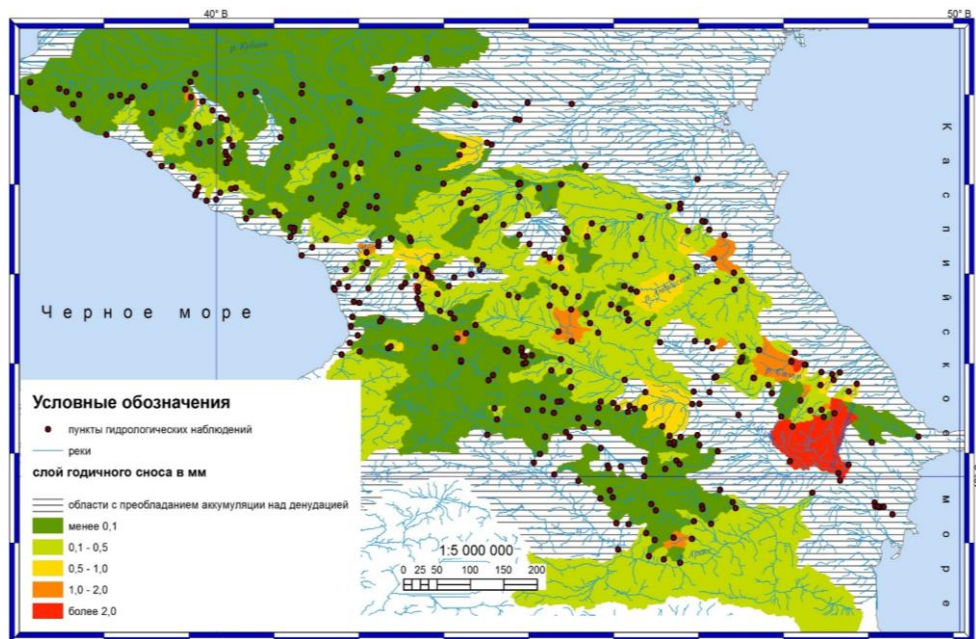


Рис. 2. Величина слоя годичного смыва на территории Кавказа

В пространственном отношении основная денудационная нагрузка в Кавказском регионе (рис. 2) приходится на наиболее населенную и сложенную мергелями и известняками территорию юго-восточного Большого Кавказа (бассейн р. Куры, вблизи станции Сурра). Суммарный снос на этом участке составляет более 10 мм/год. На Каспийской, Колхидской и Куранской низменностях с рыхлообломочными породами аккумуляция преобладает над денудацией, в Прикубанской низменности и на Ставропольской возвышенности суммарный снос в среднем изменяется от 0.1 до 0.5 мм/год, в некоторых бассейнах преобладает аккумуляция, в некоторых из-за сильного антропогенного воздействия денудация достигает 2 мм/год (р. Пшиш). Выделяются несколько ареалов наиболее интенсивной эрозии: а) в пределах Большого Кавказа – среднее течение р. Риони, р. Ингури и р. Ланджанаури, а также среднее течение р. Куры и р. Геналдона; б) в пределах Малого Кавказа – р. Вохчи и верховья р. Куры, где среднегодовой смыв составляет более 1 мм/год (рис. 2). Встречаются на территории Большого и Малого Кавказа участки с преобладанием аккумуляции над денудацией (бассейны рек Ингури, Андийское Койсу, Терек и др.). Появление таких областей связано прежде всего с положением гидрологических постов на водохранилищах и с прилеганием речных бассейнов к тектоническим разломам (р. Терек, верховья р. Риони и р. Ингури, р. Ахинджа, р. Аракс).

На Кавказе бассейны, сложенные осадочными породами, подвергаются эрозии в большей степени, чем кристаллические. Так, в речных бассейнах на магматических, метаморфических породах Большого и Малого Кавказа слой смыва не превышает 0.1–0.2 мм/год, тогда как в бассейнах, сложенных известняками,

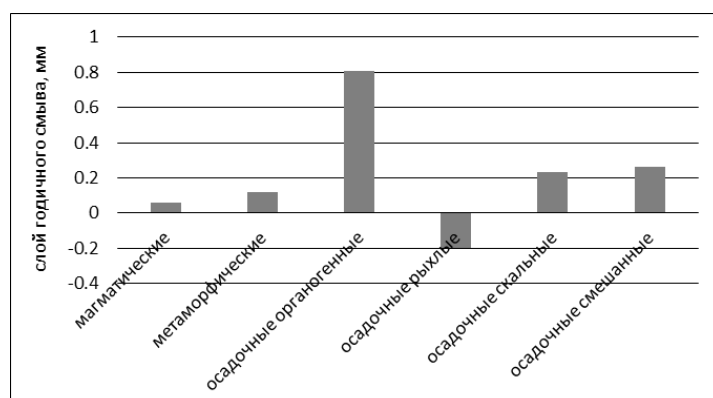


Рис. 3. Изменение среднего значения слоя годового смыва в зависимости от литологического строения

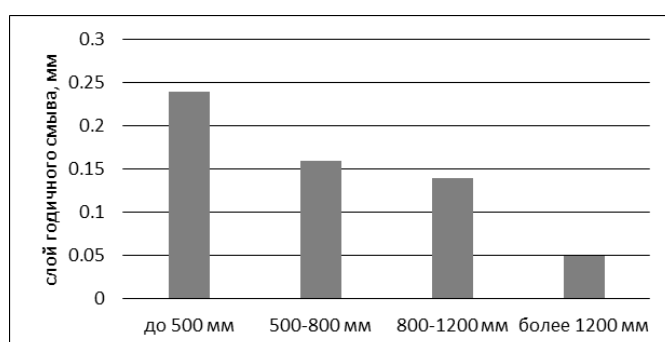


Рис. 4. Изменение средних значений слоя годового сноса в зависимости от годового слоя атмосферных осадков

темпы денудации составляют около 1 мм/год (рис. 3). Кроме того, сложенные осадочными рыхлыми породами (глина, песок, суглинки) территории из-за небольших абсолютных высот подвержены денудации в меньшей степени, чем горные участки, и являются зонами преобладания аккумуляции продуктов разрушения гор (рис. 3). Для гор Большого и центральной части Малого Кавказа наблюдается в целом снижение темпов денудации с ростом слоя атмосферных осадков (рис. 4). Так, на Колхидской низменности, несмотря на колоссальное количество атмосферных осадков (более 1200 мм), слой годового смыва не превышает 0.05 мм/год, в то время как для предгорий Кавказа, Араксинской низменности, периферийной части Малого Кавказа, где выпадает менее 500 мм/год, характерны более высокие значения денудации (рис. 4), что объясняется высокой хозяйственной освоенностью территории и наличием легко размываемых пород. Из других немаловажных климатических факторов на денудацию оказывают воздействие снежный покров и число дней с переходом температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  (рис. 5). На территориях, где устойчивый снежный покров держится более 60 дней (Большой Кавказ) и переход температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  отмечается в интервале от 30 до 60 дней (в пределах юго-восточной части Большого Кавказа), наблюдается интенсивная денудация, тогда как равнины, где колебание температуры и залегание снега продолжаются недолгое время, являются участками аккумуляции наносов (рис. 5).

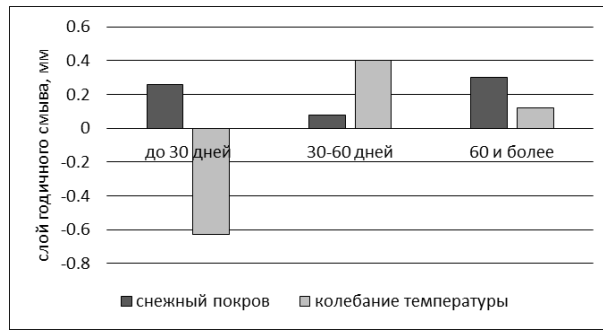


Рис. 5. Изменение средних значений слоя годичного сноса по количеству дней с переходом температуры через 0 °С и дней со снеговым покровом

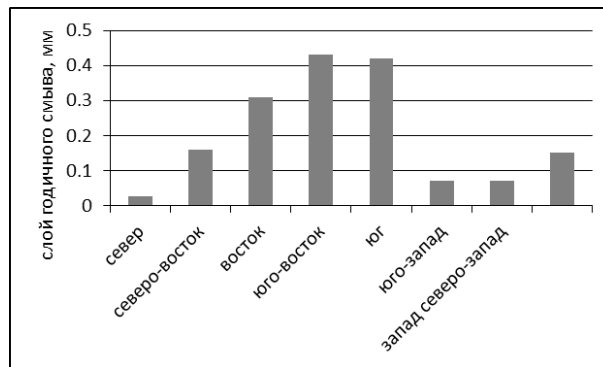


Рис. 6. Распределение средних значений слоя годичного смыва на склонах разных экспозиций

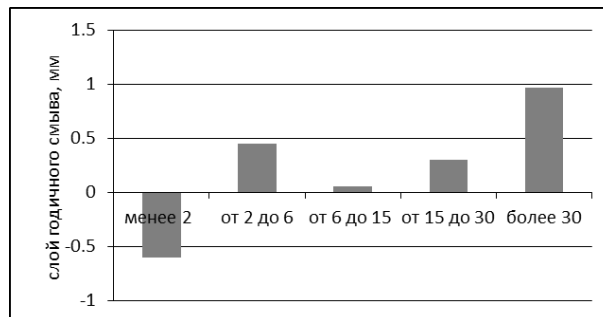


Рис. 7. Изменение средних значений слоя годичного сноса на склонах разной крутизны

На развитие денудационных процессов оказывают влияние также экспозиция и крутизна склонов. На Кавказе наибольшее значение сноса приходится на южные, юго-восточные и крутые склоны (рис. 6, 7) со значительной долей теплового потока в течение дня, наименьшее – на северные и пологие склоны. На равнинных территориях, как уже было сказано выше, в днищах речных долин преобладают процессы аккумуляции наносов.

Наиболее плотно заселенные (более 100 чел./км<sup>2</sup>) равнинные участки Кавказского региона в меньшей степени являются областями сноса материала, и, наоборот, в предгорьях и на равнинах по долинам рек доминируют процессы

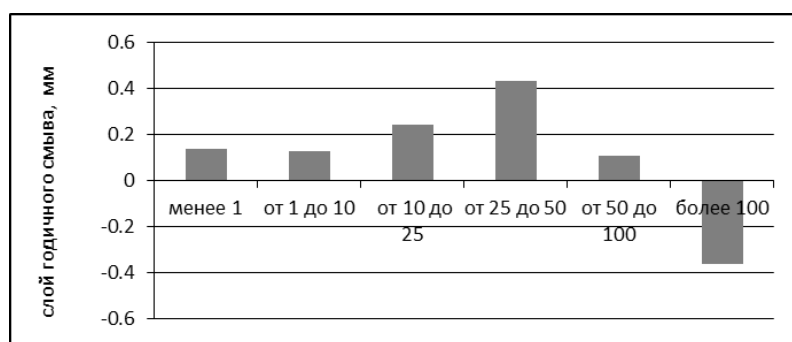


Рис. 8. Изменение средних значений слоя годовичного сноса в зависимости от плотности населения

Табл. 1

Значимость влияния различных факторов на темпы денудации в горах Кавказа

	Предгорья до 500 м	Низкие горы 500–1000 м	Средние горы 1000–2000 м	Высокие горы более 2000 м
Высота над уровнем моря	<b>0.02</b>	0.70	0.93	0.11
Литология	0.22	0.07	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>
Слой атмосферных осадков	0.06	0.31	0.18	<b>0.02</b>
Число дней с переходом температуры через 0 °С	<b>0.05</b>	0.46	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>
Уклон склонов	0.20	0.66	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Снежный покров	0.41	0.18	0.67	<b>0.00</b>
Залесенность	0.03	0.28	0.40	<b>0.01</b>
Экспозиция склона	0.69	0.18	0.34	0.06
Тип почва	0.17	0.37	0.27	0.13
Механический состав почвы	0.07	0.16	0.55	0.15
Плотность населения	0.13	<b>0.03</b>	0.13	<b>0.00</b>

аккумуляции продуктов разрушения гор. На остальной территории с увеличением плотности населения от менее 1 до 50 чел./км<sup>2</sup> повышается и значение слоя годовичного смыва, что обусловлено увеличением нагрузки на склоновые земли в виде роста площадей распаиваемых и пастбищных участков, который стимулирует процессы склонового смыва (рис. 8).

В табл. 1 приведены результаты дисперсионного и регрессионного анализа, показателем которого служит коэффициент значимости. Из таблицы видно, что влияние факторов сильно варьирует на разных высотах. Так, на территории высокогорий и среднегорий Кавказского региона наблюдается значительное влияние литологии, колебания температуры, уклонов (табл. 1). На предгорьях велика доля воздействия высоты рельефа, колебания температуры и залесенности, на низкогорьях имеет значение высокая хозяйственная освоенность. На интенсивность денудации оказывает влияние и уменьшение залесенности территории от предгорья к высоким горам. Высоко в горах резкие перепады внутрисуточных



Табл. 2

Корреляция между слоем годового смыва и факторами на различных высотах

	Низмен- ность	Возвы- шенность	Низкого- рье	Средне- горье	Высоко- горье
Средняя высота водо- сбора	<b>0.53</b>	-0.02	0.11	0.07	<b>0.27</b>
Крутизна склонов	0.10	0.20	0.16	0.17	<b>0.43</b>
Колебание температуры	<b>0.38</b>	0.04	-0.02	-0.17	-0.03
Количество осадков	<b>-0.48</b>	0.31	0.14	-0.13	-0.11
Длительность залегания снегового покрова	0.26	0.10	0.11	-0.19	-0.39
Залесенность	-0.04	<b>0.27</b>	0.15	-0.18	-0.02
Плотность населения	0.09	-0.03	0.22	-0.04	-0.04

температур и наличие снежного покрова до лета способствуют интенсивному морозному выветриванию, особенно в приледниковой зоне (табл. 1). Влияние типа почвы на темпы денудации на всей территории Кавказского региона при данном масштабе исследований по существу не проявилось.

В табл. 2 представлены результаты корреляционного анализа для разных высотных поясов Кавказского региона, свидетельствующие об отсутствии сильной связи между темпами денудации и влияющими на них факторами. Однако на низменностях, возвышенностях и высокогорьях слой годового сноса умеренно и слабо коррелирует с высотой водосбора, крутизной склона, колебанием температуры, количеством осадков, снежным покровом и залесенностью.

Кавказ принадлежит к числу тех областей земного шара, где процессы денудации идут достаточно интенсивно и сильно возрастают при переходе от низменностей к горным странам [8]. Основная денудационная нагрузка (более 1 мм/год) наблюдается на высотах более 500 м (табл. 3), на равнинах происходит разгрузка речных потоков, выносящих наносы с горных территорий (рис. 9). В среднегорьях среднее значение слоя годового смыва выше, чем в высокогорьях, так как бассейны, расположенные в пределах данного высотного пояса, сложены в большинстве случаев известняками (табл. 3, рис. 2). Величина коэффициента вариации по высотам свидетельствует о явной неоднородности данных. Фактор высоты местности над уровнем моря является доминирующим только в высокогорьях (совместно с литологией), тогда как в предгорьях, низкогорьях и среднегорьях на темпы денудации влияет ряд других факторов (табл. 1). Так, на всей изучаемой территории сильное воздействие, как уже было сказано выше, оказывает литология. Кроме типа горных пород на высотах от 200 до 500 м на денудацию оказывает влияние снежный покров, на высотах более 1000 м – морозное выветривание, до 500 м – атмосферные осадки и залесенность (табл. 1). Сильная корреляционная связь между слоем годового смыва и климатическими факторами отсутствует (табл. 2), однако существует слабая связь с колебанием температуры и длительностью снежного покрова на высоте до 200 м и с количеством осадков и залесенностью на высотах 200–500 м, а также слабая обратная связь с количеством атмосферных осадков на высотах до 200 м и длительностью снежного покрова на высотах более 2000 м. В нивальной зоне роль антропогенного фактора ничтожно мала (табл. 1), но в предгорьях

Табл. 3

Статистические данные по слою годичного смыва на разных высотах

	Равнина	Низкогорье	Среднегорье	Высокогорье
Среднее значение	-0.2	0.08	0.28	0.19
Минимальное значение	-9.45	-8.60	0	0
Максимальное значение	0.58	5.99	7.77	1.74
Стандартное отклонение	1.30	1.62	0.85	0.32
Коэффициент вариации	-500%	1800%	294%	165%

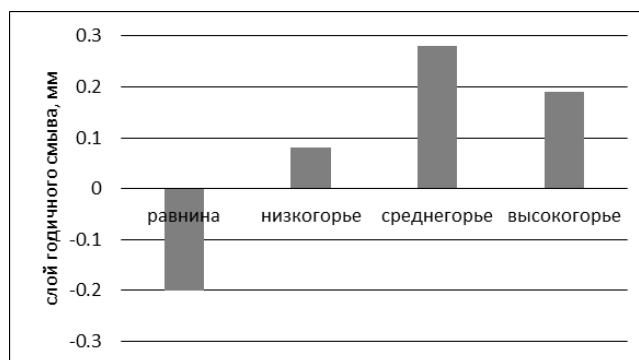


Рис. 9. Средние значения слоя годичного сноса на разных высотах

и низкогорьях его роль может стать весьма значимой, об этом свидетельствуют максимальные значения денудации на этих высотах (табл. 3). Это связано с высокой нагрузкой на пастбища, примыкающие к населённым пунктам. Корреляционный анализ между плотностью населения и слоем годичного сноса показывает, что на большей части Кавказа увеличение плотности населения не сопровождается увеличением денудации (табл. 2). Крутизна склона в горах Кавказа играет подчиненную роль на всех высотах, кроме высокогорий, где наблюдается умеренное влияние этого фактора. Воздействие высоты рельефа значительно лишь на равнинах. Влияние типа почв на интенсивность денудации на разных высотах невелико (табл. 1).

В целом на Кавказе сильное воздействие на темпы денудации оказывает литология, причем в совокупности с другими факторами (высотой и количеством атмосферных осадков) происходит незначительное усиление воздействия. Роль остальных факторов значительна лишь для некоторых высотных поясов или отдельных территорий внутри Кавказского региона. Полученные результаты не могут отражать в полной мере картину воздействия различных факторов, так как, во-первых, на денудацию оказывают влияние и другие факторы, не учтенные в настоящей работе, например землетрясения, растительность, во-вторых, при расчётах использовался достаточно небольшой массив данных с усредненными значениями, что не позволяет в некоторых случаях отвергать нулевую гипотезу влияния какого-либо фактора.

**Литература**

1. *Лопатин Г.В.* Наносы рек СССР. – М.: Географиз, 1952. – 366 с.
2. *Schumm S.A.* The disparity between present rates of denudation and orogeny: Geological Survey Professional Paper 454-H. – Washington: U.S. Govt. Print. Off., 1963. – 13 p.
3. *Думитрашко Н.В.* Сравнительная интенсивность экзогенных рельефообразующих процессов Кавказа и Тянь-Шаня // Геоморфология. – 1973. – № 3. – С. 52–56.
4. *Воскресенский С.С.* Соотношение тектонических поднятий и денудационного среза // Геоморфологические и гидрологические исследования. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. – С. 50–62.
5. *Растворова В.А.* Формирование рельефа гор (на примере Северной Осетии). – М.: Наука, 1973. – 144 с.
6. *Pratt-Sitaula B., Burbank D.W., Heimsath A., Ojha T.* Landscape disequilibrium on 1000–10,000 year scales Marsyandi River, Nepal, central Himalaya // Geomorphology. – 2004. – V. 58. No 1–4. – P. 223–241.
7. *Lavé J., Avouac J.P.* Fluvial incision and tectonic uplift across the Himalayas of central Nepal // J. Geophys. Res. Solid Earth. – 2001. – V. 106, No B11. – P. 26561–26591.
8. *Дедков А.П., Мозжерин В.И.* Эрозия и сток наносов на Земле. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1984. – 264 с.
9. *Мозжерин В.В., Шарифуллин А.Г.* Оценка современного денудационного снижения гор по данным о стоке взвешенных наносов рек (на примере Тянь-Шаня, Памиро-Алая, Кавказа и Альп) // Геоморфология. – 2014. – № 3. – С. 98–104.
10. Climate Data Online: Dataset Discovery // National Climatic Data Center (NCDC) [Official website]. – URL: <http://www.ncdc.noaa.gov/>.
11. Физико-географический атлас мира. – М.: АН СССР и ГУГК СССР, 1964. – 300 с.
12. *Мильков Ф.Н., Гвоздецкий Н.А.* Физическая география СССР: общий обзор. Европейская часть СССР. Кавказ. – М.: Мысль, 1976. – 448 с.
13. *Плохинский Н.А.* Биометрия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 367 с.
14. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

Поступила в редакцию  
24.02.14

---

**Шарифуллин Айдар Гамисович** – аспирант кафедры ландшафтной экологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.  
E-mail: [Luleo123@mail.ru](mailto:Luleo123@mail.ru)

\* \* \*

**FACTORS INFLUENCING DENUDATION RATES  
IN THE CAUCASUS MOUNTAINS**

*A.G. Sharifullin*

**Abstract**

The studies of the Caucasus Mountains confirm that modern denudation processes are influenced by multiple factors. In the conditions of the Caucasus, lithology and terrain elevation have the greatest effect on the index of annual wash-out layer, which characterizes the overall removal of friable fragmental material out of the river basin. The contribution of other factors, such as inclination and slope exposure, water storage in the snow cover, depth of precipitation, temperature fluctuations, forest coverage, soil

type and population density, is pronounced only in certain regions. The maximum rates of downwasting in the Caucasus were observed in the medium-altitude areas that are composed of easily washed carbonate rocks. The lowest values of annual wash-out layer were registered in the piedmont plains.

**Keywords:** denudation, annual wash-out layer, suspended sediment yield, Caucasus Mountains, factor analysis.

#### References

1. Lopatin G.V. Sediment Load in the Rivers of the USSR. Moscow, Geografiz, 1952. 366 p. (In Russian)
2. Schumm S.A. The Disparity between Present Rates of Denudation and Orogeny: Geological Survey Professional Paper 454-H. Washington, U.S. Govt. Print. Off., 1963. 13 p.
3. Dumitrashko N.V. Comparative intensity of exogenous relief formation processes in the Caucasus and Tian Shan. *Geomorfologiya*, 1973, no. 3, pp. 52–56. (In Russian)
4. Voskresenskii S.S. The relationship between tectonic uplifts and denudation topography. *Geomorphological and Hydrological Studies*. Moscow, Izd. Mosk. Univ., 1968, pp. 50–62. (In Russian)
5. Rastvorova V.A. Formation of Mountain Relief (Based on the Example of North Ossetia). Moscow, Nauka, 1973. 144 p. (In Russian)
6. Pratt-Sitaula B., Burbank D.W., Heimsath A., Ojha T. Landscape disequilibrium on 1000–10,000 year scales Marsyandi River, Nepal, central Himalaya. *Geomorphology*, 2004, vol. 58, nos. 1–4, pp. 223–241. (In Russian)
7. Lavé J., Avouac J.P. Fluvial incision and tectonic uplift across the Himalayas of central Nepal. *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 2001, vol. 106, no. B11, pp. 26561–26591.
8. Dedkov A.P., Mozzherin V.I. Erosion and Sediment Yield in the World. Kazan, Izd. Kazan. Univ., 1984. 264 p. (In Russian)
9. Mozzherin V.V., Sharifullin A.G. Assessment of the current denudation of mountains according to the suspended sediment yield (Based on the example of the Tian Shan, Pamir-Alay, Caucasus and Alps). *Geomorfologiya*, 2014, no. 3, pp. 98–104. (In Russian)
10. Climate Data Online: Dataset Discovery. *National Climatic Data Center (NCDC)* [Official website]. Available at: <http://www.ncdc.noaa.gov/>.
11. Physical and Geographical Atlas of the World. Moscow, AN SSSR I GUGK SSSR, 1964. 300 p. (In Russian)
12. Milkov F.N., Gvozdetskii N.A. Physical Geography of the USSR. General Overview. The European Part of the USSR. The Caucasus. Moscow, Mysl, 1976. 448 p. (In Russian)
13. Plokhinskii N.A. Biometrics. Moscow, Izd. Mosk. Univ., 1970. 367 p. (In Russian)
14. Lakin G.F. Biometrics. Moscow, Vyssh. Shkola, 1990. 352 p. (In Russian)

Received  
February 24, 2014

---

**Sharifullin Aidar Gamisovich** – PhD Student, Department of Landscape Ecology, Kazan Federal University, Kazan, Russia.

E-mail: [Luleo123@mail.ru](mailto:Luleo123@mail.ru)