

УДК 551.435.11+551.311.21(6)

© 2000 г.

А.В. ГУСАРОВ

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭРОЗИИ И СТОКА НАНОСОВ В АФРИКЕ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА

В оценках пространственных закономерностей развития эрозии в Африке к настоящему времени в мировой гидролого-геоморфологической литературе нет единого мнения. Отсутствие представительного материала по стоку наносов как универсального показателя интенсивности эрозии в речных бассейнах и надежной методики интерполяции имеющихся данных на неизученные территории приводит, порой, к противоречивым выводам (карты Уоллинга, Дедкова и Мозжерина, Львовича и др. [1–3] и т.д.). Тем не менее, все авторы единодушны в своих выводах о самой слабой на континенте эрозии в экваториальном лесу бассейна Конго и засушливой полосе Африканского Рога (модули стока речных наносов не более $10\text{--}50 \text{ т/км}^2$ в год), и высокой эрозии в Абиссинии, в тропиках о. Мадагаскар и субтропических горах Северной и Южной Африки (до $500\text{--}1000 \text{ т/км}^2$ в год и более). Но даже эти предварительные количественные оценки со временем будут изменяться. И причина здесь не столько в последующих, более детальных исследованиях, сколько, по сути, во временной изменчивости самих эрозионных процессов в изменяющихся климатических и антропогенных условиях среды.

Ниже мы попытаемся дать, насколько это возможно, общую, дифференцированную по климатическим поясам оценку этих изменений (а точнее, длительных, многолетних тенденций) во вторую половину минувшего столетия, исходя из анализа изменений, прошедших в стоке наносов крупных рек континента. Этот анализ сталкивается с рядом трудностей, существенные из которых – слабая доступность фактического материала (в большинстве стран изучением наносов занимаются строительные кампании, не публикующие свои материалы), временная прерывистость наблюдений за стоком наносов (зачастую, информация имеется за определенные интервалы времени, разделенные немалым количеством лет), перехват водохранилищами основной массы продуктов эрозии. Однако использование дополнительной информации из литературных источников позволяет скорректировать и интерпретировать получаемые из анализа выводы.

В экваториальном поясе континента на протяжении последних 100 лет климатологами отмечалась слабовыраженная отрицательная тенденция атмосферных осадков, ставшая более заметной с конца 60-х годов [4]. Она, конечно же, не могла не отразиться на изменении интенсивности эрозионных процессов в речных бассейнах, а следовательно, и на объемах продуктов эрозии в них. Так, по сообщению Хоулмана [5] ежегодно самая полноводная река Африки – Конго (Заир), бассейн которой северной частью располагается в границах пояса, в середине XX в. выносила со своими водами в прибрежную зону Атлантического океана около $68\text{--}70$ млн. т взвешенного материала. В 80-е же годы его ежегодный объем не превосходил и 44 млн. т (эти и последующие данные о стоке наносов крупных рек Африки за указанный временной интервал получены по компьютерной сети Internet из Канадского гидрологического института; его электронный адрес – <http://3/www.cciw.ca/gems/>, а по данным Муколо и др. [6] – 35 млн. т (с 95% площади водосбора реки за 1987–88 гг.). Иными словами,

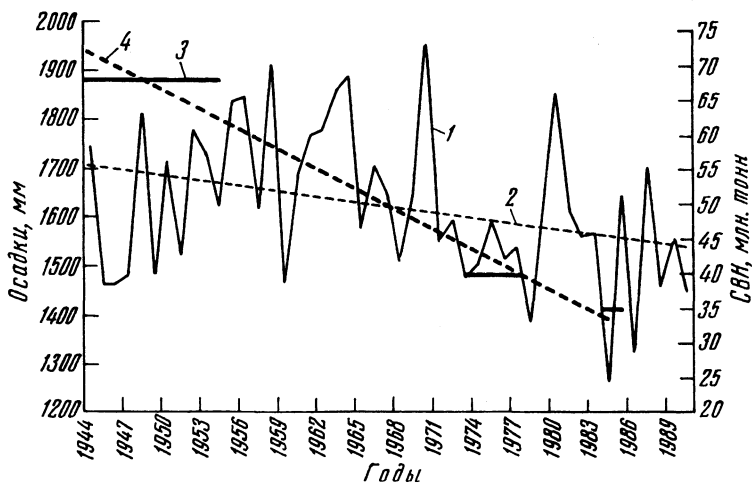


Рис. 1. Временная динамика атмосферных осадков для экваториального пояса Африки (по Жильцовой [4]) и нормы стока взвешенных наносов (СВН) р. Конго во второй половине XX в.

1 — осадки, 2 — тренд осадков, 3 — многолетняя норма СВН, 4 — тренд нормы СВН

уменьшение годовой нормы осадков с 1940–1950-х гг. по 1980-е гг. в 1,2 раза (на 10%) определило здесь уменьшение объема наносов в 1,5–2 раза (на 30–50%). В пользу гидрометеорологической обусловленности этого понижения (рис. 1) говорит то обстоятельство, что, несмотря на интенсивную вырубку древесной растительности в последние десятилетия (ежегодное сведение ее на площади 300 000 га [7]), лесистость в бассейне р. Конго еще по-прежнему высока (не менее 75%) и влажные экваториальные леса достаточно быстро восстанавливаются на местах их сведения в течение всего 3–10 лет. По этой причине эрозия на междуречьях после рубок усиливается лишь в первые годы и с развитием вторичных лесных сообществ ослабевает, постепенно приходя к показателям, характерным (или близким) для естественных условий влажных лесов.

Однако изменение твердого стока р. Конго есть реакция эрозионной системы на климатическое изменение именно в экваториальном поясе. В южной же половине бассейна, где господствует субэкваториальный климат, годовое количество осадков за последние 50 лет не испытало существенных изменений [4]. И можно лишь предположить, что при нестационарном их режиме здесь сток наносов в океан (а значит и активность эрозии) в целом по бассейну многоводной реки был бы либо ниже современных 35–44 млн. т, либо близок к значениям середины века. Принципиально важен еще и тот факт, что климатически обусловленное уменьшение активности эрозии протекает здесь преимущественно пока еще в условиях пассивной (если, конечно, просто сведение лесов можно назвать пассивным вмешательством) неагрикультурной хозяйственной деятельности. Поэтому есть основания полагать, что связано оно прежде всего с сокращением русловой (речной) составляющей эрозии в густой гидрографической сети северной части бассейна Конго при хорошей сохранности древесной растительности на водосборах.

Там же, где на месте сведенного леса развивается земледелие, интенсивная бассейновая эрозия продолжается и приводит, нередко, к образованию ландшафтов "дурных земель". Так, широкомасштабная рубка древесной растительности, главным образом на топливо, в 1900–1987 гг. сократила площадь лесов в Уганде с 15% до 3 [8], и по некоторым, не самым пессимистическим оценкам, к 2000 г. ожидается полное сведение гилейной растительности. За 60 последних лет здесь наблюдается неуклонное и прогрессирующее увеличение масштабов почвенной и овражной эрозии в целом на возделываемых землях, и, в частности, в предгорьях вулканического массива Вирунга.

В соседней Руанде эрозия на пахотных землях превышает эрозию на естественных пастбищах более чем в 4 раза [9], причем плотность населения страны быстро возрастает: если в 1970 г. она составляла 140 чел/км², то в 1990 г. – уже 275 чел/км². Растущая потребность в земле заставляет крестьян очищать земли от лесов под огородные наделы даже на крутых горных склонах. И, если принять с определенными оговорками вывод К. Абернети (1990) о том, что среднегодовой сток наносов реки возрастает в 1,6 раза быстрее, чем численность населения в ее бассейне (относительно бассейнов зоны влажных и переменновлажных лесов), то можно предположить более чем трехкратное усиление интенсивности эрозии в Руанде за указанный выше отрезок времени, даже с учетом сокращения количества атмосферных осадков.

Сходная ситуация отмечается вдоль северного побережья Гвинейского залива, где леса пострадали значительно больше, чем во впадине Конго. Чрезмерный выпас скота на пастбищах, массовые рубки леса, применение нерациональных агротехнических способов возделывания земель, нетрадиционной для этих мест тяжелой техники и набора сельскохозяйственных культур привели к сильнейшей эрозии в ряде стран [10]. Замена бобовых и корнеплодов зерновыми культурами значительно ухудшает физические свойства почв, снижает их водоудерживающую и инфильтрационную способность. По данным Михайловой [11], под естественной лесной растительностью в этих ландшафтных условиях скорость инфильтрации составляет 3,5 см/мин, при беспашотном использовании она сокращается до 1,5 см/мин, а при плужной вспашке – до 0,1 см/мин (т.е. поверхностный сток воды, вызывающий эрозию, увеличивается более чем в 30 раз). Наряду с плоскостной эрозией растут огромные овраги, почвы во многих местах смыываются полностью до латеритных кор. Так, на территории Агулу-Нанка (Нигерия), расположенной несколько севернее дельты Нигера, овражная эрозия превратила некогда густонаселенный район, площадью свыше 1000 км², в необитаемую пустыню [12]. Ситуация все более усугубляется массовой миграцией населения из подвергающихся засухе северных саванных районов страны в южные леса.

Сведение лесов и распашка земель – основная причина быстро возрастающей в последние десятилетия эрозии и в других странах Черной (Западной) Африки. Лал [13] приводит данные наблюдений во влажных районах Кот – д'Ивуара, свидетельствующие об увеличении размеров эрозии в результате сведения лесов в 50–100 и даже 1000 раз. Ежегодный сток наносов с пахотных земель на месте сведенных лесов составил 2000–9000 т/км², а в лесах – всего 20–40 т/км². При этом сокращение лесов идет очень быстро. Если в 1960 г., их площадь оценивалась в 120 тыс. км², то к 1988 г. – лишь 25–30 тыс. км². Практически это означает увеличение за 30-летний период площади земель, подверженных сильнейшей эрозии, в 4–5 раз. По данным специалистов, несмотря на контрмеры, площадь лесов к 2000 г. сократится еще на 23% [14].

Заметное изменение климата в Сахельской зоне **субэкваториального пояса** Северной Африки, наметившееся с начала засух 1968–1974 гг. и продолжающееся до настоящего времени, выразилось через отрицательный тренд осадков. Катастрофический характер засуха приобрела в Западном и Центральном Сахеле, где в отдельные годы уменьшение осадков достигло 50% от нормы [4]. Как полагают климатологи, при синхронном повышении годовой температуры воздуха на 1–2°С и уменьшении количества осадков на 10%, можно ожидать уменьшения годового жидкого стока на 40–70%. Однако геоморфологическая реакция здесь на данное изменение оказалась не столь однозначно, как в зоне влажных экваториальных лесов бассейна Конго.

Анализ изменений, происшедших в стоке взвешенных наносов рек Сенегал и Шари, и многолетнего ряда атмосферных осадков во второй половине XX в. приводит к парадоксальному выводу: значительное сокращение выпадающей атмосферной влаги не вызывает логического уменьшения активности эрозии, выраженного через уменьшение стока наносов. Так, если в начале второй половины XX в. воды р. Шари приносили в озеро Чад около 2,34 млн. т терригенного материала – продукта эрозии в ее бассейне [15], то в конце века этот водоем ежегодно принимает практически тот же

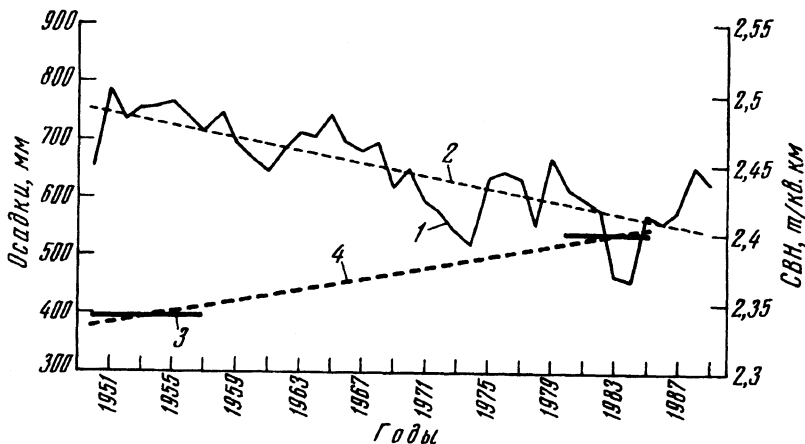


Рис. 2. Временная динамика атмосферных осадков для Судано-Сахельской зоны Северной Африки (по Жильцову [4]) и нормы стока взвешенных наносов (СВН) р. Шари во второй половине XX в. Усл. обозначения см. рис. 1

объем речных наносов (2,4 млн. т). Иными словами, катастрофически нарастающее иссушение климата спровоцировало даже некоторое усиление механической денудации региона (рис. 2). В чем же кроется здесь причина? Наиболее вероятное, на наш взгляд, объяснение состоит в следующем. С одной стороны, уменьшение объемов атмосферных осадков не сопровождается, как установлено [16], уменьшением частоты их выпадения в виде ливней. Следовательно, иссушение будет лишь сказываться на уменьшении интенсивности последних. Это в свою очередь должно привести к ослаблению эрозионной активности как в естественных, так и на агрикультурных ландшафтах. Но, с другой стороны, одновременно действует и антропогенный фактор. За последние 30–40 лет население стран Сахеля увеличивалось в среднем на 3% в год, а производство сельскохозяйственных культур — лишь на 1%. Уменьшение осадков, приведшее к резкому сокращению производства пяти основных продовольственных культур зоны (просо, сорго, ньебе, турецкий горох и арахис), заставило крестьян начать освоение целины в саванне. В результате за последние 20–25 лет площадь обрабатываемых земель в Нигере, Мали и Северной Нигерии удвоилась [17], а стихийное (что важно подчеркнуть) земледелие на них сыграло свою негативную рельефообразующую роль. Кроме того, эрозионному "разъеданию" земель, порой не в меньшей степени, способствует скотоводство: заметное сокращение пастбищных угодий приводит к концентрации скота в определенных местах, многократно превышая допустимую нагрузку и вызывая на них неотвратимый ливневой размыв, что отмечается в последние декады, к примеру, в суданской провинции Кордофан [18]. А в бассейне упомянутого уже озера Чад, как показывает анализ картографических материалов состояния природной среды [19], площадь пастбищ с конца 1950-х по середину 1980-х гг. даже увеличилась на 3%. Большая часть из них к настоящему времени деградирована. Аналогичная картина взаимодействия климата и хозяйственной деятельности, по всей видимости, характерна и для территории Западного Сахеля. Сток взвешенных наносов р. Сенегал в Атлантический океан, оцениваемый до середины XX в. [20] в 2,4 млн. т (при площади водосбора в 375000 км²), к концу века составил величину в 1,9 млн. т (на гидропосту выше по течению реки, при площади водосбора 270000 км²). Если объем наносов этого водотока и уменьшился, то не столь существенно (с учетом разницы площадей), как следовало бы ожидать при соответствующих темпах иссушения зоны. И не исключено, что одной из наиболее возможных причин подобного расклада явилась здесь менее "агрессивная" реакция хозяйственной деятельности на уменьшение осадков.

В этой связи для Центрального и Западного Сахеля может быть высказана следующая рабочая гипотеза относительно направленности развития эрозии во второй половине столетия: на фоне взаимодействия (а точнее, противодействия) климатического (иссушение) и антропогенного (освоение целины, перевыпас) факторов происходит общее ослабление интенсивности эрозионных процессов, при одновременном увеличении земельных площадей, ими пораженных. В ландшафтах же близких к естественным, сама сущность иссушения может, до определенной степени, регулировать равновесие эрозионной системы по следующей схеме: уменьшение количества осадков → уменьшение русловой эрозии → уменьшение густоты растительного покрова → уменьшение сопротивляемости водному размыву почвогрунтов на междуречьях → усиление бассейновой эрозии. Можно полагать, что, как и всюду при пространственно-временных переходах от степей и саванн к полупустыне, в естественных условиях ослабление русловой эрозии компенсируется усилением бассейновой. Незменение (или слабое сокращение) стока речных наносов за указанный выше временной интервал – есть результат противодействия всех этих факторов. Вполне очевидно, что эти предположения должны быть проверены на большом фактическом материале и на разной методической основе.

По причине плотинного перекрытия временная динамика стока взвешенных наносов в устье р. Нил, к сожалению, не отражает реально происшедшие эрозионные изменения в Судано-Абиссинском секторе пояса. Кото и Галей [21] отмечают, что после сооружения высотной Асуанской дамбы на р. Нил его максимальный среднемесячный расход воды ниже по течению уменьшился с 8430 до 2550 м³/с, мутность воды с 2,8 до 0,05 кг/м³, а ежегодное поступление наносов в дельту сократилось со 100 до менее чем 1 млн. т [1]. Причем, это очевидное "техногенное" уменьшение наносов также произошло на фоне сокращающихся атмосферных осадков в регионе и усиливающегося антропогенного прессинга на саванные ландшафты бассейна верховьев реки. Потребление древесины на топливо, расширение сельскохозяйственных угодий, нерациональный выпас скота, пожары привели к сокращению лесов в Эфиопии с 15% ее территории в середине 50-х гг. XX в. (в прошлом леса занимали до 75% площади) до менее чем 2,5% в начале 80-х гг. [22] на фоне неуклонного роста численности населения и строительства инженерных сооружений (дорог, мостов, каналов и др.). Несмотря на начавшиеся лесопосадочные и землезащитные работы, эрозия здесь продолжает прогрессировать. Об этом говорят, в частности, и повторные промеры глубин в двух водохранилищах Судана – Эр-Росейрес на р. Голубой Нил и Хашм-эль-Гирба на р. Аتبара, сооруженных в 60-е годы, которые не выявили замедления процесса заиливания их днщч наносами к началу 90-х гг. [23]. Этот факт может также служить подтверждением "противовеса" агрикультурной природы изменения эрозии и стока наносов климатической в данном регионе Африки. По-видимому, негативное влияние хозяйственной деятельности на эрозионную систему проявилось здесь все же значимее, нежели позитивное (с противоэрозионной точки зрения) влияние климатического иссушения. Тому способствуют, во-первых, сами природно-социальные условия на Эфиопском нагорье (сведение лесов и распахиwanie земель на горных склонах имеют следствием проявление водного размыва в гораздо более активных формах, чем в саваннах равнинного Сахеля), а во-вторых, меньшие темпы иссушения климата в сравнении с зоной Сахеля. Свою отрицательную лепту вносят и более быстрые темпы роста сельского населения.

В саваннах и редколесьях Восточно-Африканского плоскогорья, где за вторую половину XX в. статистическим анализом не фиксируется сколь-либо заметного изменения количества атмосферных осадков, а стало быть нет причины естественному усилению или ослаблению эрозии, хозяйственная деятельность прямо и косвенно определяет направленность развития этого процесса. Зачастую она приводит к негативным последствиям. Так, механизированная обработка земель при возделывании зерновых культур во многих земледельческих провинциях плоскогорья, увеличила эрозию в сравнении с естественными ландшафтами саванн в 10–30 раз [13]. Подобная

картина особенно характерна для севера Танзании (провинция Шиньянга) и Кенийского плато, где из-за огромного содержания в речных водах взвешенных наносов, значительно сократилась продолжительность действия многих водохранилищ на малых реках. К примеру, водохранилище Киндарума в бассейне р. Тана заполнилось наносами в течение всего 7 лет. Эрозия усугубляется здесь перевыпасом в широком масштабе пастбищ и неконтролируемым сведением кустарников при борьбе с мухой це-це. Безусловно, есть здесь и положительные моменты в процессе взаимодействия человека и ландшафта. Введение почвоохранных мер приводит нередко к неплохим результатам в борьбе с эрозией [24]. Однако их распространение и степень практического внедрения оставляют желать лучшего.

На юге континента картина, по всей видимости, аналогична той, что наблюдается в Восточной Африке. Фиксируемое в устье снижение стока наносов р. Замбези с 99 млн. т/год (в середине XX в.) [20] до 21 млн. т/год (в последние 10–20 лет) вызвано сооружением каскада водохранилищ, где и оседает основная масса эрозионного материала. Утверждать естественную обусловленность столь значительного снижения (в дополнении к техногенному) нет оснований: на протяжении последних десятилетий, как и в течение всего XX в., определенных тенденций в изменении количества атмосферных осадков по большинству метеостанций на субэкваториальном и **тропическом** юге Африки не отмечалось [4], поэтому суждение о характере изменения эрозии в бассейне реки по этому снижению не представляется корректным. Однако, согласно расчетам Болтона [25], объем наносов, задержанных в водохранилище Кариба – одном из самых крупных в мире, составил к 1984 г. (через 20 лет эксплуатации) 70% полного его объема. Такое интенсивное заиливание может быть связано, главным образом, с активной эрозией обрабатываемых и пастбищных земель бассейна р. Замбези. И не только ее верховьев. К примеру, за последние 30–50 лет интенсивной обработки 12% всех пахотных земель Зимбабве в результате сильнейшей эрозии практически полностью потеряли свое плодородие и сельскохозяйственную пригодность [26]. Не исключено, что это в свою очередь, уже сейчас вызывает необходимость освоения новых целинных земель в саванне, а значит вновь нарушит сравнительно хрупкое на них эрозионное равновесие в ближайшем будущем.

Не менее удручающая ситуация складывается и на соседних с Африкой островах. На о. Мадагаскар, например, эрозия ускоряется в результате высоких темпов роста населения (3,5% в год) и обезлесивания (скорости сведения древесной растительности в тропическом лесу и саванне составляют 150–300 тыс. га/год) [27]. Процесс вырубki лесов затронул здесь даже 36 национальных парков и заповедников! На островах Кабо-Верде, что у западного побережья континента, проблема обезлесивания во второй половине XX в. стоит также остро. Почти 70% островитян сводят леса на топливо для приготовления пищи, что в конечном счете выражается в ускоренной почвенно-овражной эрозии [28].

Приведенная картина развития эрозии в саваннах и полупустынях Африки есть закономерное следствие неэффективной, с точки зрения природопользования, хозяйственной политики проживающих здесь народов. Растущему в численности населению приходится осваивать даже те территории, где все еще сохранилась первозданная природа. И вряд ли есть основания полагать, что в начале XXI столетия ситуация может принципиально измениться в лучшую сторону.

Судить о направленности развития эрозии в **субтропиках** Северной Африки из-за отсутствия у нас какой-либо полной информации затруднительно. Однако, ссылаясь на Фея [29], отметим, что в их горно-предгорной части (Атласские горы) хозяйственная деятельность, расширяя сферу своего влияния, также является главной причиной ускоренных темпов эрозионной деградации земель в последние десятилетия. Модули стока наносов здесь достигают порой 1000, а местами и 3000 т/км²/год, что в десятки, а то и сотни раз превышает темпы эрозии в естественных ландшафтах этих мест [2]. Растущая плотность сельского населения и порочная практика земледелия и скотоводства обрекают на неудачу немногочисленные попытки борьбы с этим процессом.

СВН, млн. тонн

Осадки, мм

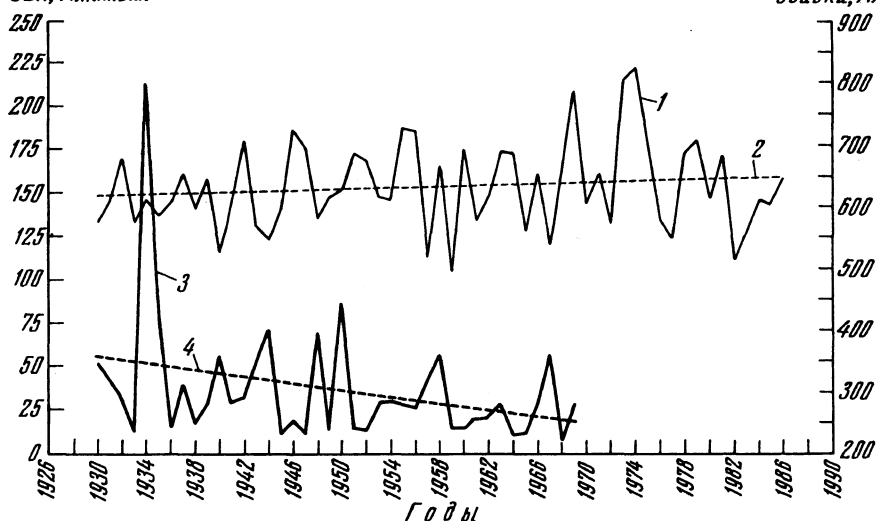


Рис. 3. Временная динамика стока взвешенных наносов (СВН) р. Оранжевая у г. Апингтона (по Рузевуму и Хармсу [30]) и атмосферных осадков для субтропического пояса Южной Африки (по Жильцовой [4])
Усл. обозначения см. рис. 1

По всей видимости, и на будущих, более детальных картах эрозии континента, как и на современных [2, 3], северо-западная его оконечность будет также располагаться в границах ареала с одним из самых высоких показателей водного размыва земель, предопределенного как природными (ландшафтно-климатическими), так и, не в меньшей степени, антропогенными условиями.

Имеющиеся данные о характере эрозии в субтропическом поясе Южной Африки говорят о возможно более сложном ее изменении за последние десятилетия, чем в субтропиках Атласа. С одной стороны, анализ изменения стока наносов в бассейне верховьев р. Оранжевая (площадью 820 тыс. км²) показывает уменьшение и дальнейшую стабилизацию объема выносимых продуктов эрозии с конца 1930-х гг. Рузевум и Хармс [30] склонны объяснить это созданием небольших водохранилищ, сокращением площадей эродлируемых земель и уменьшением интенсивности выпаса скота в бассейне реки. Признать эти доводы убедительными позволяет отмечаемый во второй половине века для пояса стационарный режим атмосферных осадков (рис. 3).

Но, с другой стороны, имеются свидетельства о локальной активизации эрозионных процессов, чья опять-таки техногенная обусловленность выражается зачастую в катастрофических последствиях. Так, в бассейне ручья Манолика (пригороды г. Масеру), площадью в 11,04 км², с 1979 г. по 1985 г., из-за изменения в структуре землепользования (сокращения сельскохозяйственных угодий, массовой застройки), средний годовой модуль смыва почв увеличился до 1810 т/км² [31]. При этом большая часть наносов была аккумулирована в днищах оврагов. В другом случае, анализ аэрофотоснимков периода 1937–1983 гг. показал резкое увеличение площади эродированных земель (в 25 раз) на водосборе р. Умфолози, ЮАР (площадью 10075 км²), происшедшее с 50-х годов после осуществления программы принудительного переселения коренного населения [32]. В дальнейшем темпы эрозии несколько стабилизировались, хотя и на уровне, существенно превышающем интенсивность эрозии в допереселенческие времена.

Принимая во внимание сложившуюся картину, с большой долей условности мы можем отнести субтропики Южной Африки к области, где эрозия за последние десятилетия носит в целом сравнительно стабилизированный характер.

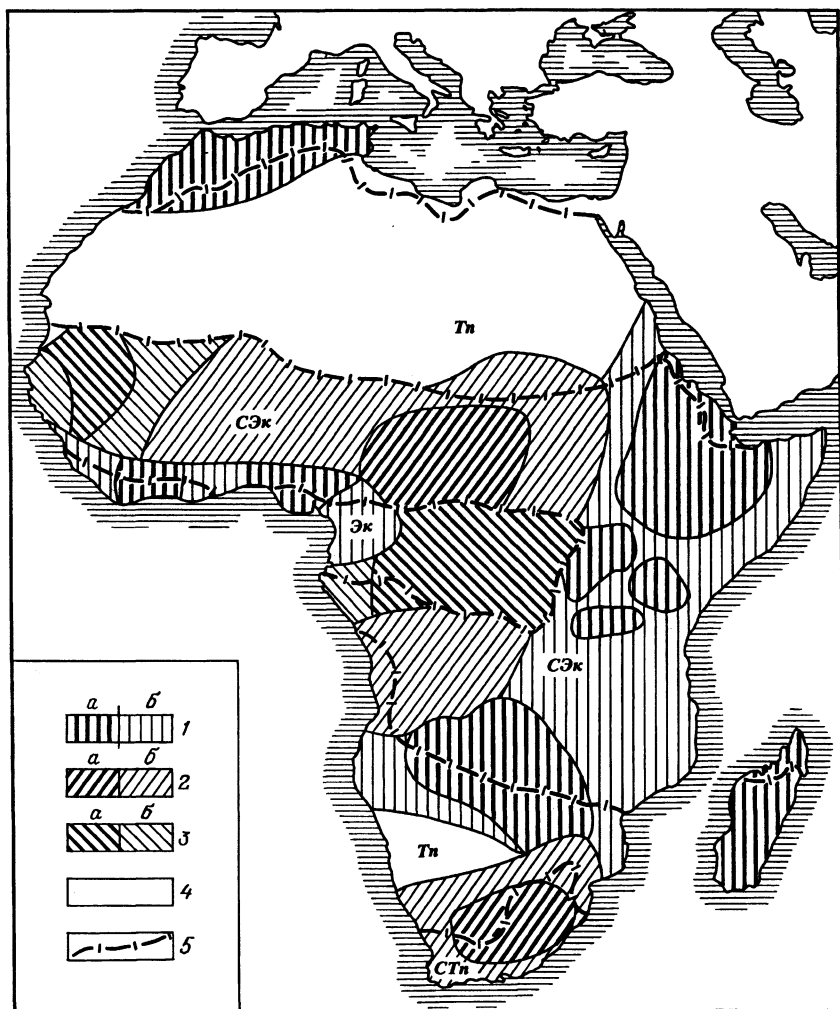


Рис. 4. Карта направленности развития эрозии в Африке во второй половине XX в. Тенденции эрозии (а – установленная, б – предполагаемая): 1 – восходящая, 2 – стационарная, 3 – нисходящая, 4 – данные отсутствуют; 5 – границы климатических поясов: Эк – экваториального, СЭк – субэкваториального, Тп – тропического, СТп – субтропического

Выводы

1. Основной фактор изменчивости эрозии в Африке во второй половине XX в. – антропогенный (вырубка лесов, распашка земель, чрезмерный выпас скота, строительство инженерных сооружений). Последний, в силу своей либо активности, либо относительной пассивности в одних и тех же изменяющихся климатических условиях, может привести к противоположным последствиям. Тому примерами служат зона Сахеля (Центрального и Западного) и экваториальный пояс (котловина Конго и побережье Гвинейского Залива). Особенно значительное усиление эрозии под влиянием антропогенного фактора отмечается в экваториальной Черной Африке, бассейне Великих озер, на Кенийском плато и Эфиопском нагорье, бассейне р. Замбези, на о. Мадагаскар, в горах Атласа (рис. 4). Большое уменьшение стока речных наносов связано с созданием водохранилищ, особенно многочисленных в саваннах и полупустынях субэкваториального и тропического поясов континента.

2. Роль климатических изменений в развитии эрозии отчетливо проявляется в границах Сахеля (Западного) и экваториальной части бассейна р. Конго, т.е. там, где влияние антропогенного фактора в силу природно-социальных условий пока еще не достигает широких масштабов. На остальной, большей территории Африки относительно стационарный режим атмосферных осадков, сам по себе, не сказывается заметным образом в многолетнем аспекте на изменении эрозионных процессов.

3. Можно полагать, что в первые десятилетия XXI столетия, по мере стабилизации социально-экономических условий, все большая роль в изменении эрозии будет принадлежать природным факторам (прежде всего гидрометеорологическим). Такой сценарий уже сейчас намечается, к примеру, на юге Африки. Там же, где достижение подобной стабилизации в ближайшей перспективе проблематично, роль антропогенного фактора в изменчивости эрозии будет преобладающей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Walling D.E., Webb B.W. Erosion and sediment yield: a global overview // IAHS Publ. 1996. № 236. P. 3–19.
2. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1984. 264 с.
3. Львович М.И., Карасик Г.Я., Братцева Н.П. и др. Современная интенсивность внутриконтинентальной эрозии суши земного шара / Результаты исследований по международным геофизическим проектам. М.: 1991. 336 с.
4. Жильцова Е.Л. Вековые тренды осадков в различных климатических зонах Африки и Австралии // Изв. РАН. Сер. геогр. 1997. № 6. С. 40–51.
5. Holean J.N. The sediment yield of major rivers of World // Water resours res. 1968. V. 4. P. 737–747.
6. Moukolo N., Bricquet J.-P., Biyedi J. Bilans et variations des exportations des matieres sur le Congo a Brazzaville. De janvier 1987 a decembre 1988 // Hydrol. Contin., 1990. V. 5. № 1. P. 41–52.
7. Pagezy Ph. Un ingenieur de I.O.N.F. participe a la preparation du part au Zaire // Arborescences. 1991. № 32. P. 18–22.
8. Simbwa P. Uganda counts the cost of environmental reglect // Afr. Bus., 1990. № 144. 48 p.
9. Jost Ch. A management et torrentialite en inontagne tropicale (Rwanda) // Rev. geomorphol. dyn. 1989. V. 38. № 3. P. 99–120.
10. Nigeria // Africa. 1992. V. 33. № 5–6. 11 p.
11. Михайлов Л.А. Земельные ресурсы Африки, их антропогенное изменение и охрана // Итоги науки и техники. М.: ВИНТИ, 1981. Т. 10. С. 67–83.
12. Egboka B.C.E., Okpoko E.J. Gully erosion in Agula – Nanka region of Anambara state, Nigeria // LAHS Publ. 1984. № 144. P. 305–347.
13. Lal R. Soil erosion and sediment transport research in tropical Africa // Hydrol. Sci. J. 1985. V. 30. № 2. P. 239–256.
14. Walderhaltungsprogramm fur Elfenbeinkuste // Africa – Post. 1990. № 11. P. 33–34.
15. Carre P. Qulques aspects du regime des apports fluviatiles de materiaux solides en suspension vers le Lac Tchad // Cah. ORSTOM, ser. Hydrol., 1972. V. 9. № 1. P. 19–45.
16. Secheresse et erosion au Sahel // Secheresse. 1994. V. 5. № 3. P. 191–198.
17. Robson E. L'Afrique sahelienne attend sa revolution verte // Probl. econ. 1992. № 2266. P. 31–32.
18. Olsson K., Rapp A. Dryland degradation in central Sudan and conservation for survival // AMBIO. 1991. V. 20. № 5. P. 1992–1995.
19. Золотокрылин А.Н., Джидингар Т. Климатическое опустынивание Сахельской зоны // Изв. РАН. Сер. геогр. 1998. № 1. С. 50–61.
20. Даштревский Ю.Д. Внутренние воды Африки и их использование. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 382 с.
21. Koto M.M., Galay V.S. Dynamic floodplain changes to the River Nile the high Aswan Dam // Hydrol. and Environ.: 23rd Cong., Ottawa, Aug. 21–25, 1989. V. B. Ottawa. 1989. P. 277–290.
22. Skoupy J. Lesnictvi v Efiopii // Les. pr. 1989. V. 68. № 12. P. 555–560.
23. Elsheikh S., Kaikai A., Andah K. Intensive sediment transport from the Upper Nile basin and water resources management in Sudan // IAHS Publ., 1991. V. 20. P. 291–300.
24. Makhanu K., Nakagawa H. A comparison of trends in sediment yield between the 20-year pre-independence and 20-year post-independence period in Kenya // Nat. Conf. Publ. / Inst. eng., Austral., 1994. V. 94. № 1. P. 87–95.
25. Bolton P. Sediment deposition in major reservoirs in the Zambezi basin // IAHS Publ. 1984. № 144. P. 559–567.
26. Elwell H.A. Sheets erosion from arable lands in Zimbabwe: prediction and control // IAHS Publ. 1984. № 144. P. 429–438.

27. Madagascar's need help forest // Africa. 1989. V. 30. № 9–10. P. 27.
28. *Lesourd M.* Construction national et istularite en milieu sahelien: La Republique du Cap-Vert // Tropiques lux et liens / Inst. fr. rech. sci. dev. coop. Paris. 1989. P. 421–434.
29. *Fay A.* Comment lutter efficacement contre l'erosion dans les montagnes rifaines et telliennes // Bull. assoc. géog. fr., 1993. V. 70. № 5. P. 399–407.
30. *Rooseboom A., Harms H.J. von M.* Changes in the sediment load of the Orange River during the period 1929–1969 // IAHS Publ. 1970. № 128. P. 459–470.
31. *Rowntree K.M., Ntsaba M.M., Weaver A. van B.* Changing patterns of erosion in a periurban catchment, Maseru, Lesotho // IAHS Publ. 1991. № 203. P. 93–102.
32. *Watson H.K.* An assessment of the validity of the general perception of soil erosion in the Mfolozi catchment, Southen Africa // Geookodynamik. 1993. V. 14. № 1–2. P. 75–84.

Казанский государственный
университет

Поступила в редакцию
27.09.99

VARIABILITY OF EROSION AND SOLID RUNOFF IN AFRICA DURING THE SECOND HALF OF 20th CENTURY

A.V. GUSAROV

S u m m a r y

Recent changes of erosion processes in Africa in different climatic zones are characterized on the basis of published solid runoff data. The main factor of erosion variability within the continent is human activity: disforestation, breaking the grounds, pasturage. The influence of climatic factor is clear manifested only under relatively weak human impact.

УДК 551.435.162 + 551.435.17(470.323)

© 2000 г.

Р.А. КРАВЧЕНКО

АККУМУЛЯТИВНЫЙ ПРОЦЕСС В РАЗВИТИИ ОВРАЖНЫХ СИСТЕМ

Исследованию вопросов взаимосвязи эрозии и аккумуляции, саморегуляции рельефа, особенностей развития эрозионных форм, связанных с внутренними закономерностями флювиального процесса, уделяется повышенное внимание в работах целого ряда ученых.

Концепция единого эрозионно-аккумулятивного процесса, разработанная Маккавеевым [1], предусматривает тесную взаимосвязь и взаимовлияние эрозии и аккумуляции. На внутреннюю противоречивость в развитии эрозионных форм указывал Спиридонов [2]. Как непрерывно-прерывистый обозначает характер прохождения денудации Тимофеев [3]. Саморегуляция рассматривается как причина смены периодов роста длины эрозионных форм периодами их укорачивания [4]. При неизменных внешних условиях возможно циклическое саморазвитие системы [5]. Чередование смыва и аккумуляции было выявлено как для разных участков склона, так и для одних и тех же в разные отрезки времени. Отмечается пульсирующий характер процесса, его прерывистость [6–8 и др.]. При исследовании самоорганизации в развитии форм рельефа Поздняков и Черванев [9] делают заключение, что эрозия и аккумуляция взаимопогашаются, сравнивая саморегулирование этих процессов с колебаниями маятника.

Выявленные особенности в развитии овражно-балочных форм позволили А.И. Скоморохову сформулировать положение о возвратно-поступательном развитии флювиального рельефа. В оврагах и балках всегда сохраняются потенциальные возмож-