

TRANSFORMATION OF RIVER CHANNEL DURING ALLUVIAL PLACER EXPLOITATION

O.V. VINOGRADOVA

Summary

Of the main ways of gold placers exploitation, the most devastating for environments is dredging. The paper considers environmental consequences of dredge usage for placer mining in mountain rivers of medium order. The intensity of impact on channel system depends on the work duration and area, as well as on characteristics of regional environments. Capability of river to restore the channel characteristics after placer has been abandoned is found as relationship of sum of the river discharge and gradient to degree of disturbance.

551.4.311.21(8+94)

© 2003 г. А.В. ГУСАРОВ

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ЭРОЗИИ В ЮЖНОЙ АМЕРИКЕ И АВСТРАЛИИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX СТОЛЕТИЯ¹

Южная Америка

Интенсивность эрозии на территории Южной Америки, оцениваемая модулями речного стока взвешенных наносов (далее СВН) как объективного показателя эрозии, имеет широкую пространственную изменчивость.²

Андский пояс: в зависимости от соотношения ведущих нанософормирующих факторов (высота и расчлененность рельефа, объем и годовой режим водного стока, степень сохранности естественной растительности и т.д.) модули СВН изменяются от первых десятков т/км²-год до 5000–20000 т/км²-год;

Бразильское и Гвианское нагорья, Пампа с ландшафтами гилейных, сезонно-влажных лесов и саванн на севере до субтропических степей на юге: СВН – до 50–500 т/км²-год;

Амазонская низменность с характерным постепенным уменьшением интенсивности эрозии и стока наносов от склонов Анд к центру бассейна р. Амазонка – соответственно от 500 до 100–20 т/км²-год;

Полупустыни и степи Патагоний: СВН – первые десятки т/км²-год.

Программным изучением эрозии в Южной Америке начали заниматься серьезно лишь с конца 1950-х гг., когда ощутимо стали проявляться последствия вырубки лесов, нерациональных методов земледелия и перегрузки пастбищ. Это, прежде всего, относится к пространственному аспекту. Временной же аспект оставляет желать много большего. В силу объективных причин (недостаточный территориальный охват многолетними рядами наблюдений за СВН, их плохая информационная доступность и пр.) не было возможности детально установить тенденции изменения эрозии на континенте за минувшие полвека. Вместе с тем, наличие пусть и прерывистых рядов СВН по крупным рекам – Амазонке, Ориноко, Паране – все же позволило в самых общих чертах получить представления об этих тенденциях.

Бассейн р. Амазонка. Сток наносов в устье Амазонки, интегрально отражающий эрозионную ситуацию в ее бассейне, по определениям за последние 30–40 лет имел вполне выраженную тенденцию роста. По данным Р. Гиббса [2], в начале 1960-х гг.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке фонда УРФИ (проект № 015.08.01.07).

² Рассмотрение пространственной дифференциации темпов эрозии достаточно подробно приводится в работе [1].

сток наносов реки в Атлантический океан составлял около 420 млн. тонн ежегодно. Эти оценки были позднее подтверждены данными 1967–68 гг., когда сток наносов был установлен в объеме 400–500 млн. т/год. В 1970 и 1977 гг. группа исследователей на судне “Альфа Холикс” провела новые определения стока наносов – 800–900 млн. т/год [3]. Данные, приведенные же в электронном банке информации канадского НИВИ (Национальный институт водных исследований), говорят о превышении величины СВН Амазонки в начале 1980-х гг. миллиардного рубежа – около 1.2 млрд. тонн ежегодно.

В естественных условиях тропических лесов, как и в лесах умеренного пояса, преобладающей является линейная (русовая) эрозия, формирующая сравнительно небольшой сток наносов [4]. Объем последнего и, следовательно, интенсивность эрозии возрастают резко³ при сведении лесов, что заметно активизировалось в последние десятилетия в связи с государственной программой хозяйственного освоения Амазонии в Бразилии. Основой этой программы стало строительство шоссейных дорог, пересекающих сельву в нескольких направлениях, и освоение прилегающих к этим дорогам тропических лесов в полосе до 200 км. Только за период 1975–1989 гг. доля площадей сведенных лесов здесь возросла с 2.4 до 8%, в том числе в бразильском штате Мараньон – с 24.5 до 34%, а в штате Рондония – с 0.5 до 13.2%. По разным оценкам, включая материалы космической съемки, площадь сведенных лесов в Амазонии составляла на начало 1990-х гг. величину порядка 400–600 тыс. км² [6]. По данным Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Бразилия), лишь в 1987 г. пожары уничтожили или сильно повредили леса здесь на площади 200 тыс. км². Эффективность работ по восстановлению лесов при этом невысокая.

Усилению эрозии на местах рубок способствует и выпас крупного рогатого скота, уничтожающего молодую травяную поросль на оголенных водосборах. За период с 1970 по 1980 гг., например, поголовье скота на севере Бразилии, особенно в бассейне р. Шингу (Восточная Амазония), увеличилось с 1.7 до 3.2 млн. голов. Здесь же за 1970–1975 гг. площади культурных пастбищ возросли с 6 до 16 тыс. км² [7].

Принимая во внимание столь мощный антропогенный прессинг на естественные ландшафты региона, необходимо, вместе с тем, учесть, что отмечаемые темпы увеличения наносов в Амазонке могли быть заметно выше, если бы не естественная саморегуляция природных процессов в бассейне реки. Выявлено, что рубка лесов вызывала в последние десятилетия ощутимый рост приземной температуры воздуха (на 2.5°C) и увеличение годового испарения, что сказывалось на сокращении стока воды в регионе на 20–30%. Сокращение водного стока обязательно должно было иметь следствием уменьшение темпов эрозии как в руслах густой речной сети, так и на обезлесенных водосборах (по отношению к тем условиям, если бы сток воды в данном бассейне не испытал антропогенного сокращения).

Примечательно, что более 80% массы продуктов эрозии поступает с амазонскими водами в Атлантический океан только со склонов Анд, т.е. на удалении от устья реки более чем на 3 тыс. км. Сведение лесов в бассейне верховий Амазонки на территории Боливии, Перу, Эквадора и Колумбии, где темпы эрозии велики даже в естественных условиях, уже начинает заметно сказываться на увеличении стока наносов. Так, в Колумбии в 1950–1980-х гг. ежегодно леса сокращались на площади в среднем 6.6–8.8 тыс. км² (из 470 тыс. км² лесов, покрывавших страну в середине XX века) [8]. И если эти темпы будут сохранены, то влажные тропические леса колумбийской Амазонии полностью прекратят свое существование уже к середине XXI столетия.

Геоморфологические последствия столь варварской деятельности в условиях горного и сильно расчлененного рельефа, обильно увлажняемого атмосферной влагой и с широким развитием глинистых кор выветривания, вполне очевидны и прогнозируемы: ускорение смыва почвогрунтов, поражение земель густой овражной сетью, усиле-

³ По данным [5], только за один год с момента полного сведения леса на небольшой экспериментальной площадке во Французской Гвиане, модули наносов возросли с 30–40 до 300 т/км²-год, т.е. увеличились почти на порядок.

Увеличение эрозионно-опасных площадей в структуре земельного фонда Южной Америки с 1961 по 1986 гг. (в млн. км²)*

Виды землепользования	Годы		
	1961–1965	1976	1986
Пахотные земли	0.626	1.012	1.159
Луга и пастбища	0.407	0.455	0.469

Примечание. * – по данным FAO Production Yearbook, 1987.

ние аккумуляции наносов на поймах и низких террасах рек и в озерах и т.д., со всеми вытекающими из этого негативными геоэкологическими последствиями. В Боливии уже сейчас 80% горной части страны поражено сильнейшей эрозией [9]. В Эквадоре различной степени эродирования земель подвержено до 50% территории страны (преимущественно горная часть), где в районах активного сельскохозяйственного освоения (например, бассейн р. Нито) смыв почв достигает местами 20000–50000 т/км² · год [10]. Этому, в не меньшей мере, способствуют достаточно высокие темпы прироста местного населения: с 1950 по 1982 гг. оно возросло в республике с 3.2 до 8.1 млн. человек [11].

Бассейн р. Ориноко. Сходная по детерминации⁴ тенденция изменения эрозии отмечена в бассейне Ориноко: СВН в Атлантический океан с середины 1960-х гг. по начало 1980-х гг. возрос примерно со 100 млн. т/год [14] до 150 млн. т/год (НИВИ, Канада).

Бассейн р. Парана. Наибольшие относительные темпы сведения лесов характерны все же не для Амазонии, сосредотачивающей до 90% площади всех лесов континента, а для наиболее обжитого его региона – бассейна Параны.⁵ Большая часть посевных земель занята плантационными культурами – кофе, сахарный тростник, хлопчатник. В 1970-х гг. широкое распространение здесь получили посевы пшеницы и особенно сои, что привело к интенсивному развитию эрозии на обрабатываемых полях. Так, в штате Парана (Южная Бразилия) лес был практически полностью сведен – площадь под ним сократилась с 84 до 9% (!) от площади штата. Высокая интенсивность стока воды, глубокая плужная вспашка и ежегодное возделывание только двух культур (пшеницы и сои) способствовали ускорению эрозии на полях [16]. Интегральным следствием этих процессов вылилось увеличение стока наносов: если в 1960-х гг. Парана транспортировала у Росарио ежегодно до 90 млн. тонн взвешенного материала [14], то за 1979–1986 гг. – более 102 млн. тонн (по материалам НИВИ, Канада). Главная причина несоответствия между темпами увеличения наносов в реке и темпами антропогенного прессинга на ландшафты в ее бассейне – сооружение большого количества водохранилищ, аккумулирующих значительную массу поступающего в них с речными водами эрозионного материала.

Эрозия почв и связанная с ней деградация пастбищных и пахотных земель, несмотря на противоэрозионные мероприятия в ряде стран Южной Америки с конца 1950-х гг., является все еще серьезной проблемой. В целом по континенту, сельскохозяйственные угодья занимают менее 30% от общего земельного фонда. Актуальность проблемы стоит в том, что здесь происходит постоянный и значительный рост этих земель, как обрабатываемых, так и пастбищных, главным образом за счет вырубки ле-

⁴ В Венесуэле, например, с 1950 г. отмечается тенденция удвоения численности населения через каждый 21 год. При этом, более 40% населения страны – жители провинции, активно обрабатывающие землю и пасущие скот [12]. Параллельно этому площадь посевных земель под слабо противостоящими эрозии культурами – картофелем и овощами – увеличилась в стране в среднем в 4 раза [13].

⁵ В начале XX века из 201,2 тыс. км² площади бассейна р. Парана 168 тыс. км² было покрыто девственными лесами. Только за 1963–1973 гг. здесь было уничтожено 60,9% (!) всех лесов (более 150 тыс. км²). Ныне леса здесь занимают лишь около 5% [15].

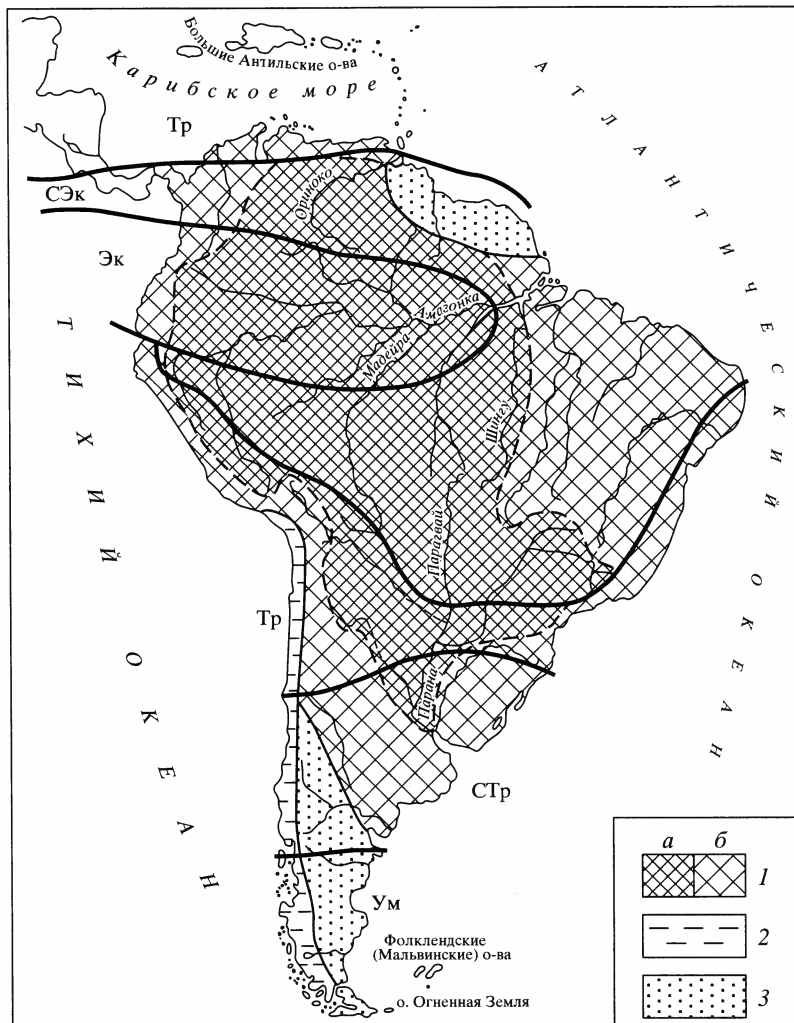


Рис. 1. Карта направленности изменения темпов эрозии в Южной Америке во второй половине XX в. Тенденции: 1 – восходящая (а – установленная, б – предполагаемая), 2 – предполагаемая стационарная; 3 – нет данных. Климатические пояса: Эк – экваториальный, СЭк – субэкваториальный, Тр – тропический, СТр – субтропический, Ум – умеренный

сов (табл. 1). При этом соотношение восстановленной лесной площади к площади вырубки составляет в Южной Америке 1 : 10.5 [17]. В одной только Бразилии площадь сельскохозяйственных земель за 1940–1980 гг. возросла с 1.97 до 3.69 млн. км², т.е. на 86% [18]. Сходная тенденция характерна и для большинства других стран континента. И лишь в Чили, за счет программы лесовосстановления, площадь лесов незначительно возросла за период с 1968 по 1986 гг. – со 154.5 до 154.8 тыс. км² [19].

Выводы по тенденции эрозии в Южной Америке

1) Вторая половина XX века ознаменовалась усилением темпов эрозии на большей территории Южной Америки (рис. 1). Если судить по стоку наносов только крупных рек, то с середины по конец XX века темпы эрозии выросли в 1.5–2.5 раза.

2) Возможно, главная причина прогрессирующего эрозионного разрушения земель континента – хозяйственная деятельность (сведение лесов, расширение распаханых земель, изменения в структуре посевных площадей, перевыпас скота на пастбищах и др.).

Австралия

Занимая 5% площади всей суши, Австралия дает в Мировой океан всего лишь около 2% глобального стока наносов [20]. Сухость климата большей части материка, сравнительно низкий и выположенный рельеф, невысокая в целом освоенность земель человеком – главные причины этого. Как и в Южной Америке темпы эрозии на континенте весьма изменчивы [1, 4]:

обширные песчаные, глинистые и каменистые пустыни внутренней Австралии со стоком речных наносов не более 5–10 т/км²-год;

саванны и редколесья Северной Австралии: СВН – до 50–100 т/км²-год;

предгорья и западные склоны Восточно-Австралийской горной системы: СВН – до 100–200 т/км²-год;

восточные (тихоокеанские) склоны Восточно-Австралийских гор: несмотря на большой годовой слой речного стока – от 300–500 до 1000–1500 мм, усиление эрозии сдерживается развитым здесь лесным покровом: СВН – до 150–200 т/км²-год и более;

бассейн речной системы Муррей-Дарлинг – самый важный сельскохозяйственный регион континента: СВН – до 300–500 т/км²-год.

Интенсивность эрозии на островах Новой Зеландии, в силу высокого, расчлененного рельефа и влажного климата, достаточно высока: СВН – многие сотни, тысячи и даже десятки тысяч т/км²-год [21].

Отсутствие в нашем распоряжении данных по многолетней динамике СВН не позволяет надежно судить о направленности изменения скоростей эрозии на континенте. Но определенные выводы мы можем сделать опосредованно – через динамику атмосферных осадков в различных климатических поясах Австралии.

Субэкваториальный пояс. Как показывает таблица 2, в многолетнем ряду атмосферных осадков за период 1940–1990 гг. в границах пояса не отмечалось ощутимо выраженной направленности. Принимая в первом приближении эту динамику относительно стационарной, можно полагать, что вслед за ней тенденция изменения скоростей водной денудации в регионе могла носить также условно стационарный за рассматриваемое время характер. Вместе с этим отмечается, что за последние 20–25 лет использования земель в некоторых районах края деградация земель (в т.ч. от эрозии) возросла очень сильно, вызвав миграцию населения в геоэкологически более благополучные штаты Австралии [23].

Тропический пояс. В пределах тропического пояса во второй половине XX века отмечалась положительная тенденция в осадках (табл. 3). Причем наибольшим приростом величин последних (на 24% за период 1965–1990 гг. в сравнении с периодом 1940–1964 гг.) выделялся континентальный (центрально-западный) сектор пояса, нежели океанический (восточный). Сток наносов рек, как известно, связан со стоком воды (грубо – с осадками) степенной зависимостью [4, 24]. Следовательно, можно было ожидать еще более ощутимое, чем прирост осадков, увеличение темпов эрозии в этом поясе. Особенно четкое выражение эта тенденция могла иметь в ландшафтах полупустынь и пустынь, чутко реагирующих на всякое изменение увлажнения.

Внести свой вклад в процесс усиления эрозии и увеличения стока наносов в реках мог человек. Так, по данным Ч. Бэбина [25], площадь обрабатываемых земель, имеющих высокий индекс эрозионной опасности в данных ландшафтно-климатических условиях Западной Австралии, за период 1950–1970-х гг. удвоилась, достигнув 150000 км². При этом особо быстрые темпы отмечались в приросте площадей под окультуренными пастбищами (лютиковые посевы) в 1970-х – начале 1980-х гг. Если принять, что на последних скорости смыва почвогрунтов в 2–2.5 раза превышают таковые на естествен-

Таблица 2

**Тенденции изменения характеристик атмосферных осадков
в субэкваториальном поясе Австралии (по материалам [22])**

Периоды наблюдений				[(P ₂ – P ₁)/ P ₁] · 100%
1940–1965 гг.		1966–1990 гг.		
P ₁ , мм/год	C ₁ , %	P ₂ , мм/год	C ₂ , %	
1078	6.1	1098	7.9	+1.9

Примечание. P_1 и P_2 (C_1 и C_2) – нормы (коэффициенты межгодовой вариации) осадков за периоды.

Таблица 3

**Тенденции изменения характеристик атмосферных осадков
в тропическом поясе Австралии (по материалам [22])**

Периоды наблюдений				$[(P_2 - P_1) / P_1] \cdot 100\%$
1940–1965 гг.		1966–1990 гг.		
P_1 , мм/год	C_1 , %	P_2 , мм/год	C_2 , %	
282*	64	377*	50	+33.7
1168**	19	1200**	15	+2.7

Примечание. P_1 и P_2 (C_1 и C_2) – нормы (коэффициенты межгодовой вариации) осадков за периоды; * – континентальный сектор; ** – приокеанический сектор.

Таблица 4

**Тенденции изменения характеристик атмосферных осадков
в субтропическом поясе Австралии (по материалам [22])**

Периоды наблюдений				$[(P_2 - P_1) / P_1] \cdot 100\%$
1940–1963 гг.		1964–1988 гг.		
P_1 , мм/год	C_1 , %	P_2 , мм/год	C_2 , %	
605*	18	580*	16	–4.3
908**	45	902**	24	–0.7

Примечание. P_1 и P_2 (C_1 и C_2) – нормы (коэффициенты межгодовой вариации) осадков за периоды; * – центральный и западный сектора пояса; ** – восточный сектор пояса.

ных пастбищах (15–20 и 8 т/км²-год соответственно [26]), то суммарный антропогенно-климатический эффект ускорения эрозии мог быть весьма ощутим.

Субтропический пояс. Западный и центральный сектора субтропического пояса Австралии – единственные регионы на континенте, где во второй половине XX века сократился объем осадков (табл. 4). С уменьшением общей влажности климата отмечалась тенденция увеличения количества летних осадков с характерным для этого региона “средиземноморским” типом климата, что, очевидно, сокращало внутригодовую неравномерность стока воды. Последнее обстоятельство, наряду с уменьшением годовых сумм осадков, – естественная основа регрессии темпов денудации земель при условии сохранения стационарности антропогенного прессинга на ландшафты региона. Австралийские климатологи [27, 28] прогнозируют, что к 2040 г. годовое количество осадков на юго-западе Австралии сократится на 20% по сравнению с 1970 г. Сле-

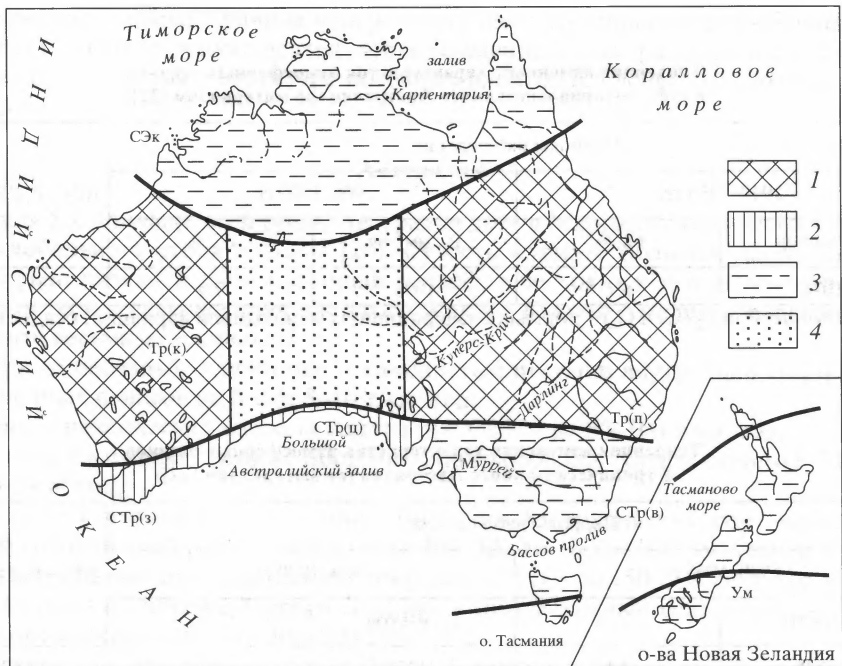


Рис. 2. Карта направленности изменения темпов эрозии в Австралии и островах Новой Зеландии и Тасмании во второй половине XX в.

Предполагаемые тенденции: 1 – восходящая, 2 – нисходящая, 3 – стационарная; 4 – нет данных. Климатические пояса: СЭк – субэкваториальный, Тр – тропический (Тр(к) – континентальный сектор, Тр(п) – приокеанический сектор), СТр – субтропический (СТр(з) – западный сектор, СТр(ц) – центральный сектор, СТр(в) – восточный сектор), Ум – умеренный

довательно, в ближайшие десятилетия здесь можно будет также ожидать соответствующую геоморфологическую реакцию на данное изменение.

В восточном секторе пояса многолетняя динамика осадков характеризовалась стационарностью (табл. 4). Заметно лишь уменьшилась межгодовая вариация осадков, сокращая, тем самым, аномальные проявления эрозионных процессов. Не исключено, что это обстоятельство – одна из причин уменьшения скоростей заиления ряда водохранилищ в регионе [29, 30]. Локальному сокращению темпов эрозии, видимо, могло способствовать и уменьшение скоростей сведения лесной растительности в 1960–1970-х гг. В целом же, анализируя динамику осадков, можно говорить об условно стационарном ходе эрозии здесь за последние полвека.

Новая Зеландия

Опираясь на тот факт, что соотношение между темпами сведения лесов и их восстановлением на этих островах за период 1920–1984 гг. было в целом относительно стабильным (в 1920 г. леса занимали до 25% всей площади Новой Зеландии, в 1984 г. – 23.1% [31]), логично резюмировать, что стационарность изменения эрозии во второй половине XX века могла здесь также иметь место.

Выводы по тенденции эрозии в Австралии и на островах Новой Зеландии и Тасмании

На территории региона во второй половине XX века могли иметь место следующие тенденции темпов эрозии (рис. 2): восходящая – центральный пояс континента; стац-

онарная – Северная и Юго-Восточная Австралия, острова Тасмания и Новая Зеландия; нисходящая – Юго-Западная Австралия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Gibbs R.J. The geochemistry of the Amazon River system // Geol. Soc. Am. Bull. 1967. V. 78. № 10. P. 1203–1232.
3. Mead R.H., Nordin C.F., Curtis W.E. et al. Sediment loads in the Amazon River // Nature. 1979. № 5700 (278). P. 161–163.
4. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1984. 264 с.
5. Fritsch J.M. Evolution des ecoulements des transports solides a l'exutoire et de l'erosion sur les versants d'un petit basin apres defrichement mecanise de la foret tropicale humide // IAHS Publ. 1983. № 14. P. 197–214.
6. Pearce D. Deforesting the Amazon: toward an economic solution // Ecodecision. 1991. V. 1. № 1. P. 40–49.
7. Socorro Brito M., Une M.Y. A evolucao da agricultura na regioao norte na decada de 70 // Rev. bras. geogr. 1987. V. 49. № 1. P. 11–46.
8. Bunyard P. Guardians of the forest: indigenist policies in the Colombian Amazon // Ecologist. 1989. V. 19. № 6. P. 255–258.
9. Godoy R.A. Ecological degradation and agricultural intensification in the Anden Highlands // Hum. Ecol. 1985. V. 12. № 4. P. 359–383.
10. Noni G.D., Trujillo G., Viennot M. L'erosion et la conservation des sols en Equateur // Cah. ORSTOM. Pedol. 1986. V. 22. № 2. P. 235–245.
11. Maldonado C.L. Urbanisation et dynamique des villes moyenmens en Equateur (1950–1982) // Equateur. 1986: Collog. Occas. 25 anniv. 1^{re} mission geod. (Quito. 1986. 7–12 Juile). Paris. 1989. V. 2. P. 437–446.
12. Osorio E. Presentacion geodemografica contemporanea de Venezuela // Rev. geogr. (Mex.). 1985. № 102. P. 43–54.
13. Wettstein G. Cambios agrarios recientes en los Andes de Venezuela // Comer. exter. 1982. V. 32. № 6. P. 653–664.
14. Jansen J.M.L., Painter R.B. Predicting sediment yield from climate and topography // J. Hydrol. 1974. V. 21. № 4. P. 371–380.
15. Krause M.R. A destruicao florestal no Parana // Bol. FBCN. 1982. № 17. P. 115–119.
16. Montrado A., Vieira M.J., Buscaia R.M. et al. Erosion studies for different tillage and crop systems in the State of Parana, Brazil // Proc. of the ISTRO, 8th Conf. 1979. V. 1. P. 159–163.
17. Кобак К.И., Кондрашева Н.Ю. Тропические леса: мифы и реальность // Человек и стихия: (Научно-популярный гидрометеорологический сборник на 1992 г.). СПб.: Гидрометеониздат, 1991. С. 58–61.
18. Ceron A.O. Distribicao da terra agricola questao da reforma agraria no Brasil // Geografia. 1985. V. 10. № 20. P. 1–35.
19. Arnade C., Torres-Zorilla T., Rausser P. Land trends and sustainability in Latin American agriculture // Land use policy. 1990. V. 7. № 4. P. 351–356.
20. Wasson R.J., Olive L.J., Rosewell C.J. Rates of erosion and sediment transport in Australia // IAHS Publ. 1996. № 236.
21. Murray Hicks D. et al. Variation of suspended sediment yields around New Zealand // IAHS Publ. 1996. № 236. P. 149–156.
22. Жильцова Е.Л. Вековые тренды осадков в различных климатических зонах Африки и Австралии // Изв. РАН: Сер. геогр. 1997. № 6. С. 40–51.
23. Holmes J.H. Turbulence in land use, land tenures and land markets at Australia's northern margins // Reg. Conf. Asian Pacif. Countries. Int. Geogr. Union (Beijing. 1990. 13–20 Aug.). Beijing. 1990. V. 1. P. 8.
24. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 346 с.
25. Bebin Ch. L'agriculture dans le Western Australia // Agriculture (Fr.). 1984. № 491. P. 387–389.
26. Сидорчук А.Ю. Эрозия в Австралии // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 11. М.: Изд-во МГУ, 1998. С. 125–150.
27. Pittok A.B. Recent climatic change in Australia // Implications for a CO. Climatic change. 1983. № 5. P. 321–340.
28. Yu B., Neil D.T. Long-term variations in regional rainfall in the south-west of Western Australia and difference between average and high intensity rainfalls // Int. J. of Climate. 1993. V. 13. P. 77–88.
29. Murley K.A. Siltation of reservoirs // An. Bull. 1982. № 61. P. 19–25.

30. *Strikanthan R., Wasson R.J.* Influence of recent climate on sedimentation in Burrinjuck Reservoir // IAHS Publ. 1993. № 217. P. 109–118.
31. *Wilson G.A.* Aspekte der Waldrodung in Neuseeland // Erde. 1990. V. 121. № 2. P. 73–75.

Казанский госуниверситет

Поступила в редакцию
07.12.2001

TENDENCIES IN EROSION PROCESSES IN SOUTH AMERICA AND AUSTRALIA THROUGH THE SECOND HALF OF 20TH CENTURY

A.V. GUSAROV

Summary

Progressive changes in erosion processes in South America and Australia during the second half of 20th century are established on the basis of direct (suspended load dynamics) and indirect (rainfall dynamics and human activities) evidences.

УДК 551.462:551.4.072

© 2003 г. С. А. ЛУКЬЯНОВА

РЕЛИКТОВЫЙ СУБАЭРАЛЬНЫЙ РЕЛЬЕФ ПОД ВОДАМИ МИРОВОГО ОКЕАНА

Введение

Еще три-четыре десятилетия назад о подводном экзогенном рельефе существовали весьма неясные представления. Имелись лишь некоторые данные и логические умозаключения о возможном наличии в пределах шельфа реликтового (своего рода – “пассивного”) рельефа экзогенной природы, т.е. тех форм рельефа, которые развивались в субаэральных условиях регрессивных эпох плейстоцена (в основном, позднего), когда осушались обширные пространства шельфа. В период голоценовой трансгрессии субаэральный рельеф был затоплен морскими водами и прекратил свое первоначальное развитие в связи с изменением окружающих условий. Высказывались и прямо противоположные суждения – о невозможности сохранения на морском дне этих форм рельефа из-за размывающего действия последующей трансгрессии (“эффект бульдозера”). Однако исследования последних десятилетий свидетельствуют о хорошей сохранности на дне океанов даже такого быстро размываемого рельефа, как эоловый (северо-запад Черного моря, юго-восток Африки и Австралии), особенно при литификации эоловых отложений.

В настоящее время следы древнего субаэрального рельефа известны практически на всех шельфах мира. В высоких широтах, где развивались мощнейшие покровные оледенения, это, прежде всего, различные ледниковые формы. Обнаружены, в частности, ледниковые краевые образования на дне Баренцева, Балтийского, Северного морей, в том числе морены напора в виде гряд с относительной высотой до 30–80 м. Разнообразные ледниковые формы широко представлены в южной половине Ботнического залива, где обнаружены конечно-моренные гряды (юго-западнее архипелага Ваза), поля друмлинного рельефа (в западной части залива) и весьма четкие озы (например, Пори-эскер близ г. Пори). Аналогичные реликтовые формы развиты на шельфах Баренцева моря, Гренландии и Канадского архипелага.

В тех же районах сохранились различные формы ледниковой экзарации, в том числе многочисленные и глубокие ледниковые трог. Наиболее крупные из них распола-