

20. Сафронов И.Н. Террасы Кубани // Географический сборник. 1958. № 10. С. 122–132.
21. Андрусов Н.И. О возрасте морских послетретичных террас Керченского полуострова: Избранные труды. Т. 4. М.: Наука, 1965. С. 143–162.
22. Семенов В.Н., Сиденко О.Г. Отражение глубинных структур в морских четвертичных отложениях центральной части Азовского моря // Позднечетвертичная история и седиментогенез окраинных и внутренних морей. М.: Наука, 1979. С. 87–105.
23. Праслов Н.Д. Палеолитические памятники нижнего Дона и Северо-Восточного Приазовья и их стратиграфическое значение // Бюл. Ком. по изуч. четв. пер. 1964. № 29. С. 51–66.
24. Горецкий Г.И. Буртасское среднеантропогенное озеро и проблема колебания уровня Мирового океана в связи с оледенениями // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1958. Т. XXXIII (2). С. 67–80.

Московский государственный университет  
Географический факультет

Поступила в редакцию  
17.04.2001

## THE HIGH KARANGATIAN LAGOON-TRANSGRESSIVE TERRACE OF TAMAN' PENINSULAR AND N-E COAST OF THE SEA OF ASOV

E.N. BADIUKOVA

### Summary

Coastal plains of Taman' peninsular are composed of loess loam. The presence of Karangatian fossils in the rock mass and on the surface makes it possible to suppose the high (15–20 m) position of the Black Sea level in one of the stages of Karangatian time. The author considers the coastal plains of Taman' peninsular as the Middle Pleistocene lagoon-transgressive terrace, composed of lagoon-alluvial sediment of Paleokuban' river. This new revealed terrace is correlative to II alluvial terraces of Paleokuban' and Don and also to deposits of lake Burtasskoye, which during the Middle Pleistocene was set in the Manyach depression.

УДК 551.4.042:551.311(5)

© 2002 г. А.В. ГУСАРОВ

## ТЕНДЕНЦИИ ЭРОЗИИ И СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ В АЗИИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX СТОЛЕТИЯ<sup>1</sup>

По общей интенсивности эрозии Азия в целом опережает другие регионы суши планеты. По величине среднего многолетнего модуля речного стока взвешенных наносов (далее СВН) – 337 т/км<sup>2</sup> · год – она в 4.7 раза превосходит Южную Америку, в 4.9 раза – Европу, в 5.9 раза – Африку, в 6.7 раза – Северную Америку и в 7.7 раза – Австралию [1]. В то же время в границах самой Азии интенсивность эрозии и величины стока наносов распределены крайне неравномерно [2–4]:

Северная Азия (Сибирь, Дальний Восток России). В сохраняющихся здесь на значительной площади естественных или слабо измененных ландшафтах модули стока наносов являются наименьшими в пределах всей гумидной Азии – до 10–50 т/км<sup>2</sup> · год;

Горы и нагорья Центральной, Передней и Малой Азии. Сток речных наносов изменяется от 500–1000 т/км<sup>2</sup> · год и более – в горах, до 200–400 т/км<sup>2</sup> · год – в межгорьях и предгорьях;

Аridно-семиаридные равнины и низкогорья Центральной и Юго-Западной Азии. В естественных условиях недостаточного увлажнения, при слое водного стока в 20–50 мм/год, модули стока наносов не превосходят, как правило, 50–100 т/км<sup>2</sup> · год;

Восточная, Южная и Юго-Восточная Азия. Значительный сток воды (до 800–1000 мм/год – на равнинах и 2000–3000 мм/год и более – в горах), широкое распространение мощных,

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке фонда УРФИ (проект № 015.08.01.07).

тонкозернистых продуктов химического выветривания, масштабная и продолжительная хозяйственная трансформация ландшафтов обусловили высокую интенсивность эрозии и величины стока наносов – до 2000–3000 т/км<sup>2</sup> · год и более. В области распространения лёссов в бассейне среднего течения р. Хуанхэ модули стока наносов нередко достигают нескольких десятков тысяч т/км<sup>2</sup> · год.

Рассмотрению направленности скоростей эрозии во второй половине XX столетия в регионах Азии был посвящен в той или иной степени ряд отечественных и зарубежных работ. Подавляющее большинство из них базировалось на анализе динамики СВН и темпах его аккумуляции, что отвечало масштабам исследования: Северная Азия (в границах бывшего СССР) [5]; бассейн р. Хуанхэ [6–8 и др.]; бассейн р. Янцзы [9–11 и др.]; бассейны ряда водохранилищ Юго-Восточной Азии [4] и т.д. Используя выводы этих работ, новые данные, полученные по электронной сети INTERNET<sup>2</sup>, а также литературную информацию о тенденциях изменения основных факторов, контролирующих эрозию, покажем обобщенную картину направленности изменения этого процесса в Азии во второй половине XX столетия.

### Северная Азия

Обобщение схематичной карты тенденции изменения стока наносов, представленной в фундаментальном исследовании Н.Н. Бобровицкой [5], позволяет выделить здесь три субрегиона с разнонаправленной динамикой эрозии:

1. Восточная, Северо-Восточная Сибирь, Дальний Восток России. Выраженный в более чем 50% проанализированных бассейнов сравнительно стационарный режим стока наносов за последние десятилетия установился здесь лишь вдоль северного побережья (полосой до 500–1000 км) Северного Ледовитого океана и на юге российского Дальнего Востока (бассейн р. Амур, о-в Сахалин, Приморье). Эта динамика в ряде регионов достаточно хорошо согласовывалась с тенденциями изменения скоростей прироста овражных форм (табл. 1). На остальной, большей части региона какой-либо однозначно доминирующей тенденции в изменении стока наносов не отмечалось (примерно равное соотношение количества бассейнов с восходящей, стационарной и нисходящей тенденциями). При хорошей сохранности на большей части территории естественных (таежных, лесотундровых и тундровых) ландшафтов отмеченная динамика стока наносов отражает за этот же интервал времени общий ход водного стока, производящего денудационную работу здесь преимущественно по речным долинам (русла и берега рек).

Таблица 1

**Тенденция изменения скоростей прироста оврагов в Приморском крае (Россия) в 1950–1980-х годах (по материалам [12])**

| Метеостанции  | Периоды наблюдений, годы |       |           |       | $\Delta U$ , % | $C_2 - C_1$ , % |
|---------------|--------------------------|-------|-----------|-------|----------------|-----------------|
|               | 1955–1970                |       | 1971–1986 |       |                |                 |
|               | $V_1$                    | $C_1$ | $V_2$     | $C_2$ |                |                 |
| Астраханка    | 0.61                     | 37.7  | 0.65      | 56.5  | +6.6           | 18.8            |
| Хорольск      | 0.73                     | 38.4  | 0.79      | 52.8  | +8.2           | 14.4            |
| Дальнереченск | 0.78                     | 19.6  | 0.68      | 41.2  | –12.8          | 21.6            |
| Свиягино      | 0.74                     | 27.0  | 0.69      | 37.7  | –6.8           | 10.7            |
| Полтавка      | 0.56                     | 33.0  | 0.49      | 36.9  | –12.5          | 3.9             |
| Барабаш       | 0.97                     | 35.1  | 0.86      | 58.1  | –11.3          | 23              |
| Терней        | 0.95                     | 35.8  | 0.95      | 37.9  | 0              | 2.1             |
| Партизанск    | 0.72                     | 34.6  | 0.78      | 34.6  | +8.3           | 0               |
| Дальнегорск   | 0.78                     | 38.5  | 0.78      | 44.1  | 0              | 5.6             |

*Примечание.*  $V$  – средняя за период годовая скорость прироста оврагов, м/год;  $C$  – периодный коэффициент межгодовой вариации скоростей прироста оврагов, %;  $\Delta U = [(V_2 - V_1)/V_1] \cdot 100\%$  – относительный прирост "+", сокращение "–" годовой скорости прироста оврагов.

<sup>2</sup> База гидрологической информации Национального института водных исследований (НИВИ), г. Берлингтон, Онтарио, Канада (<http://www.cciw.ca>).

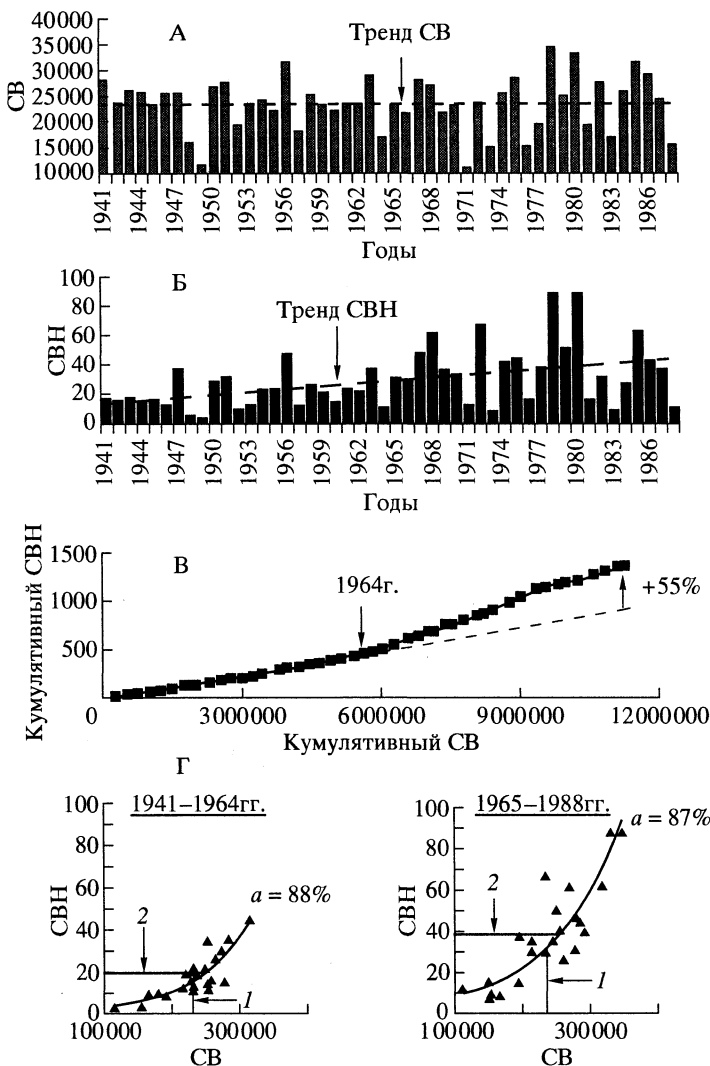


Рис. 1. Тенденции изменения стока воды (СВ,  $\text{м}^3/\text{км}^2 \cdot \text{год}$ ) – А, стока взвешенных наносов (СВН,  $\text{т}/\text{км}^2 \cdot \text{год}$ ) – Б, соотношения их кумулят – В и поперiodные зависимости между обоими стоками – Г в бассейне Колымы/Среднеканск за 1941/1988 гг.

Попериодная норма СВ – 1, СВН – 2;  $a$  – коэффициент аппроксимации

Антропогенный фактор (сведение лесов, распахивание земель и др.) не получил при этом широкого, как в Южной и Юго-Восточной Азии, развития, да и исторические "корни" его еще не столь глубоки. Зачастую негативные последствия вмешательства человека имеют лишь локальный характер. Как показывают диаграммы динамики стока воды и наносов в бассейне Колымы за 1941–1988 гг., хозяйственная деятельность может выступать при этом решающей силой ускоренного развития эрозионных процессов. За период 1965–1988 гг. сток наносов этой реки превзошел таковой за период 1941–1964 гг. на 91.0% (с 20.0 до 38.5  $\text{т}/\text{км}^2 \cdot \text{год}$ ), притом, что водный сток за соответствующие периоды увеличился лишь на 1.8% (с 233 300 до 237 500  $\text{м}^3/\text{км}^2 \cdot \text{год}$  (рис. 1, А – 1, Б). Возникает вопрос: могло ли столь незначительное увеличение водности вызвать такие значительные темпы усиления эрозии в этом речном бассейне? Вполне очевидно, что нет, ибо на совмещенной кривой кумулят СВ и СВН несоответствие темпов увеличения наносов темпам прироста водности к концу 1980-х годов превысило 50% (!)

(рис. 1, В). Примечательно, однако, что колебания стока наносов до и после 1964 г. были в основном синхронны колебаниям стока воды, на что указывают коэффициенты аппроксимации между СВ и СВН, сохранившиеся весьма высокими и мало измененными за оба периода (рис. 1, Г). Как видно из табл. 2, максимальные, связанные со снеготаянием, месячные показатели водного стока за период 1941–1975 гг. имели тенденцию сокращения, определяя тем самым условия для уменьшения смыва почв на междуречьях и размыва русел и берегов в период половодья. Сокращение минимальных среднемесячных расходов воды в речной сети бассейна также должно было ослаблять берего-русловую эрозию в меженный период. В какой-то мере уменьшению темпов эрозии в естественных условиях способствовало снижение межгодовой неравномерности (коэффициента вариации) водности. В то же время максимальный месячный сток наносов возрастал. Из антропогенных факторов наибольшее влияние на формирование стока наносов на водосборах в этом регионе Азии оказывает добыча золота [5], при которой на больших участках снимается поверхностный слой почвы. Соответственно создаются условия для развития эрозионных процессов в незащищенных грунтах поверхностными водами, почти не фильтрующимися в промерзшие породы. Технология добычи россыпного золота в руслах также способствует поступлению значительной массы незэрозионных взвесей в речные воды.

В последние десятилетия роль антропогенного фактора в развитии эрозионных процессов увеличивается. Освоение зоны азиатского Севера сопровождается постепенным изъятием земель, потенциально пригодных для сельскохозяйственного использования. Только с 1970 по 1985 г. размеры оленьих пастбищ сократились на 350 тыс. км<sup>2</sup>, лесных земель – на 40 тыс. км<sup>2</sup> [13]. С развитием промышленных комплексов все чаще отмечается появление термокарстовых оврагов.

2. Бассейны верховьев Енисея, Ангары, Оби, рек Забайкалья. Более чем в 50% проанализированных речных бассейнов Н.Н. Боровицкая [5] отмечает увеличение стока наносов. Ускорению эрозии здесь, наряду с динамикой водности, в значительной степени способствует деятельность человека. Так, интенсивное освоение целинных земель с 1950-х годов в Иркутской области привело к тому, что эрозионными процессами на начало 1990-х годов было затронуто почти 11% площади сельскохозяйственных угодий и около 14% пахотных земель [14]. По этим же причинам возросла овражность в ряде районов. В бассейне небольшой алтайской реки (Большая Речка), например, длина оврагов с 1942 по 1972 г. увеличилась с 6.3 до 29.3 км при росте числа самих оврагов с 8 до 23 и овражных вершин – с 12 до 53 [15]. В межгорных котловинах Юго-Западного Прибайкалья (бассейн р. Иркут) установлено двукратное увеличение числа овражных форм в период с 1937 по 1995 г. [16]. Примечательно, что интенсификация эрозионных процессов в Иркутской обл. происходила при сокращении численности сельского населения – с 750 тыс. (1959 г.) до 525 тыс. человек (1986 г.) [7].

Таблица 2

Изменения внутригодовых характеристик стока воды (СВ) и стока взвешенных наносов (СВН) в бассейне р. Колыма/Среднеканск за 1941–1975 гг.

| Характеристики СВ и СВН                | Периоды наблюдений, годы |           | $\Delta U$ , % |
|----------------------------------------|--------------------------|-----------|----------------|
|                                        | 1941–1958                | 1959–1975 |                |
| $СВ_{max}$ , л/км <sup>2</sup> · с     | 36.3                     | 31.0      | –14.6          |
| $C_v(CB_{max})$ , %                    | 47.7                     | 32.0      | –32.9          |
| $СВ_{min}$ , л/км <sup>2</sup> · с     | 0.064                    | 0.051     | –20.3          |
| $C_v(CB_{min})$ , %                    | 59.5                     | 36.6      | –38.4          |
| $СВ_{max}/СВ_{min}$                    | 660.1                    | 672.4     | +1.9           |
| $СВН_{max}$ , т/км <sup>2</sup> · мес  | 12.6                     | 14.8      | +17.5          |
| $C_v(СВН_{max})$ , %                   | 87.3                     | 59.4      | –32.0          |
| $K(СВ_{max} \text{ и } СВН_{max})$ , % | 95.4                     | 78.1      | –18.1          |

Примечание.  $СВ_{max}$  – максимальный,  $СВ_{min}$  – минимальный среднемесячный сток воды;  $СВН_{max}$  – максимальный среднемесячный сток взвешенных наносов;  $C_v$  – коэффициент вариации,  $K$  – коэффициент корреляции;  $\Delta U = [(V_2 - V_1)/V_1] \cdot 100\%$  – относительный прирост "+", сокращение "-" характеристик.

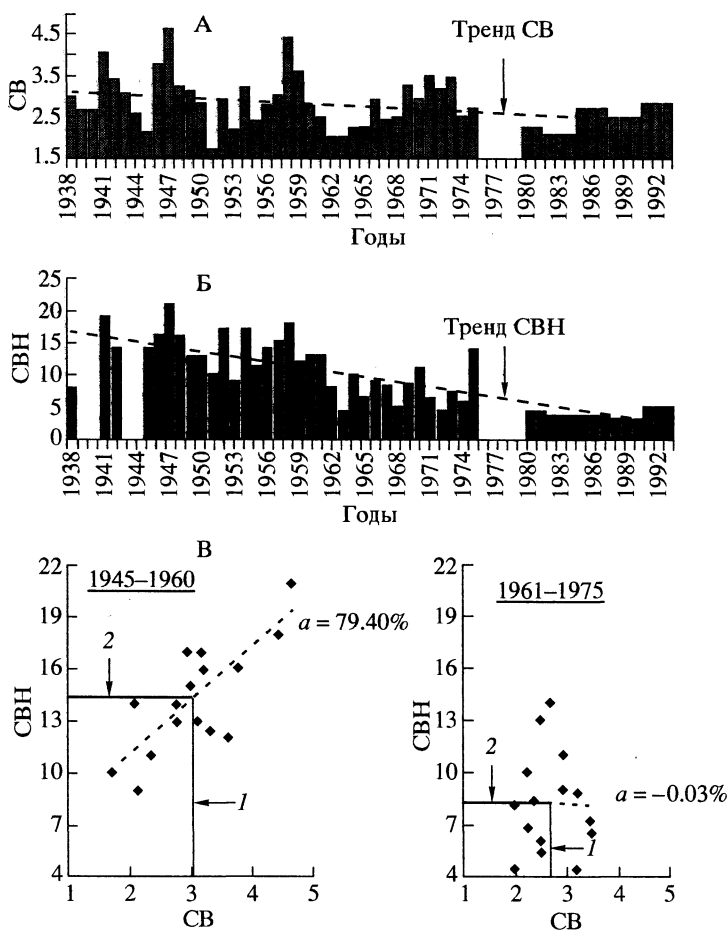


Рис. 2. Тенденции изменения стока воды (CB, л/км<sup>2</sup> · с) – А, стока взвешенных наносов (CBN, т/км<sup>2</sup> · год) – Б и поперидная зависимость между обоими стоками – В в бассейне Иртыша/Омск  
 Попериодная норма: CB – 1, CBN – 2,  $a$  – коэффициент аппроксимации. За периоды 1980–81, 1982–84, 1985–87, 1988–90, 1991–93 гг. значения CB и CBN приведены в осредненной форме (по материалам НИВИ, Канада)

3. Западная Сибирь. Во второй половине XX в. около 50% речных бассейнов характеризовались сокращающимся стоком наносов. В 25–30% и более бассейнов сток наносов в целом за этот период мало изменился. Эту стационарно-нисходящую направленность CBN обеспечивала соответствующая динамика жидкого стока, которой в ряде случаев способствовало сооружение водохранилищ. Так, после ввода в эксплуатацию Бухтарминской ГЭС на Иртыше (1959–1960 гг.) сток наносов в последующие 15 лет сократился на 70% в сравнении с предшествующим периодом (рис. 2, А – 2, Б), резко снизилась и зависимость среднегодовых величин CBN от CB (рис. 2, В).

Несмотря на то что антропогенный прессинг в Западной Сибири набирает все большую силу<sup>3</sup>, влияние гидроклиматического фактора на тенденцию изменения эрозии имеет все же решающее значение, поскольку ландшафты на большей части региона по-прежнему близки к естественным (залесенность – более 70%, распаханность – менее 30%) со слабой их модификацией человеком за последние полвека.

<sup>3</sup> При добыче нефти и газа в регионе с 1960 по 1988 г. ежегодно сводились леса на площади 40 тыс. км<sup>2</sup> (при сплошной рубке в 90% случаев), приводя к широкомасштабной эрозии [18].

4. Степи и полупустыни Казахстана и Юга Западной Сибири. Почти в 60% проанализированных Н.Н. Бобровицкой [5] речных бассейнов сток наносов за последние десятилетия увеличивался. Главная причина – рост площадей распаханых земель. Еще в начале XX в., в годы столыпинской реформы, Переселенческое управление при царском правительстве предоставило выходы из Европейской части России более 10 млн. десятин степной целины. В основном это были обыкновенные черноземы умеренно засушливой степи. В первую очередь распахивались сравнительно легкие по механическому составу почвы – легкосуглинистые и супесчаные. Распашка склонов привела к ускорению овражной эрозии. Наибольший размах этот процесс получил на лёссовом Приобском плато. В советское время степное земледелие за Уралом стало важнейшей отраслью хозяйства. В 1950–1960-е годы было распаханно более 200 тыс. км<sup>2</sup> новых земель. Освоены практически все черноземы, в том числе солонцеватые и даже с солонцами. Особенно крупные масштабы освоения целины отмечались в этот период в Кустанайской, Семипалатинской, Кокчетавской, Северо-Казахстанской, Павлодарской областях Казахстана. Только с 1953 по 1958 г. посевные площади возросли здесь с 52 до 187 тыс. км<sup>2</sup> [19]. Эта динамика, продолженная позднее, способствовала усилению не только эрозии, но и дефляции: если с конца 1950-х – начала 1960-х годов потери почв за счет золотых процессов происходили на 11 тыс. км<sup>2</sup> земель, то в начале 1970-х годов – уже на 18 тыс. км<sup>2</sup> [20].

5. Горы и предгорья Средней Азии. Примерно в равном количестве бассейнов рек отмечаются в силу изменения либо климатических, либо антропогенных условий как восходящая, так и нисходящая тенденции стока наносов, а с ними и соответствующая (но не всегда) динамика эрозийной активности. С возрастаньем хозяйственного прессинга на ландшафты (расширения пастбищ, лесосведение и пр.), приводящего к усилению почвенно-овражной эрозии, зависимость стока наносов от водного стока в бассейнах рек становится все более отчетливой (рис. 3).

### Центральная Азия

Анализ динамики стока наносов Селенги показывает, что активность эрозии в ее бассейне с конца 1960-х годов заметно сократилась: за период 1979–1994 гг. СВН был почти втрое ниже, чем за предшествующий период 1945–1975 гг. Примечательно, что по многим метеостанциям с середины XX столетия отмечались либо неясно выраженная стационарность, либо увеличение осадков (рис. 4). Какие же причины могли привести в таком случае к сокращению продуктов денудации? Вероятно следующее: увеличение водности → уменьшение внутри- и межгодовой неравномерности стока воды (?) → некоторое уменьшение темпов эрозии; сооружение искусственных водоемов в долинах рек, перехватывающих наносы.

Противоэрозионные мероприятия вряд ли имели здесь широкое распространение, поскольку за последние десятилетия в целом по территории Монголии прогрессировала иная тенденция – нарушение природных комплексов. Неполное обследование земельных угодий страны в основных зонах сельскохозяйственного производства показало [21], что ныне около 30% всех пастбищ и около 90% пашен находятся в состоянии деградации или эрозийной опасности. При этом площадь пастбищ за последние полвека в Монголии неуклонно возрастала. Если в 1940 и 1960 г. пастбища занимали соответственно 1 и 4,5 тыс. км<sup>2</sup>, то в 1987 г. – уже около 13,4 тыс. км<sup>2</sup>, причем основной их фонд располагается именно в бассейне Селенги [22].

На 2001 г. прогнозировалось, что под пашнями в стране будет не менее 17 тыс. км<sup>2</sup>. В южных районах страны под воздействием антропогенного фактора (особенно вырубка лесов и кустарников в горах) идет наступление пустынь на сельскохозяйственные земли. Эрозия также все сильнее охватывает площади пастбищ, отчужденные в процессе добычи полезных ископаемых. Отсутствие надежной и географически более представительной количественной информации (ряды по СВН) не позволяет пока судить об общей направленности эрозийных процессов (не только стока наносов) на большей части региона и о том, какой именно из факторов (климатический или антропогенный) вносит в нее наибольший вклад.

### Восточная Азия

Уменьшение стока наносов, отмеченное в бассейне одной из крупнейших рек региона – Хуанхэ, свидетельствует о сокращении темпов эрозии. В среднем голоцене, на заре земледелия в этих краях (4–6 тыс. лет назад), годовой сток наносов р. Хуанхэ в Тихий океан составлял около 1075 млн. т. По мере усиления хозяйственной деятельности, особенно на Лёссовом плато (вырубка лесов, распахиwanie земель), ежегодный сток наносов неуклонно возрастал: к 1190 г. – 1160 млн. т, к 1855 г. – 1330 млн. т, к 1949 г. – 1680 млн. т, к 1970 г. – 1741 млн. т.

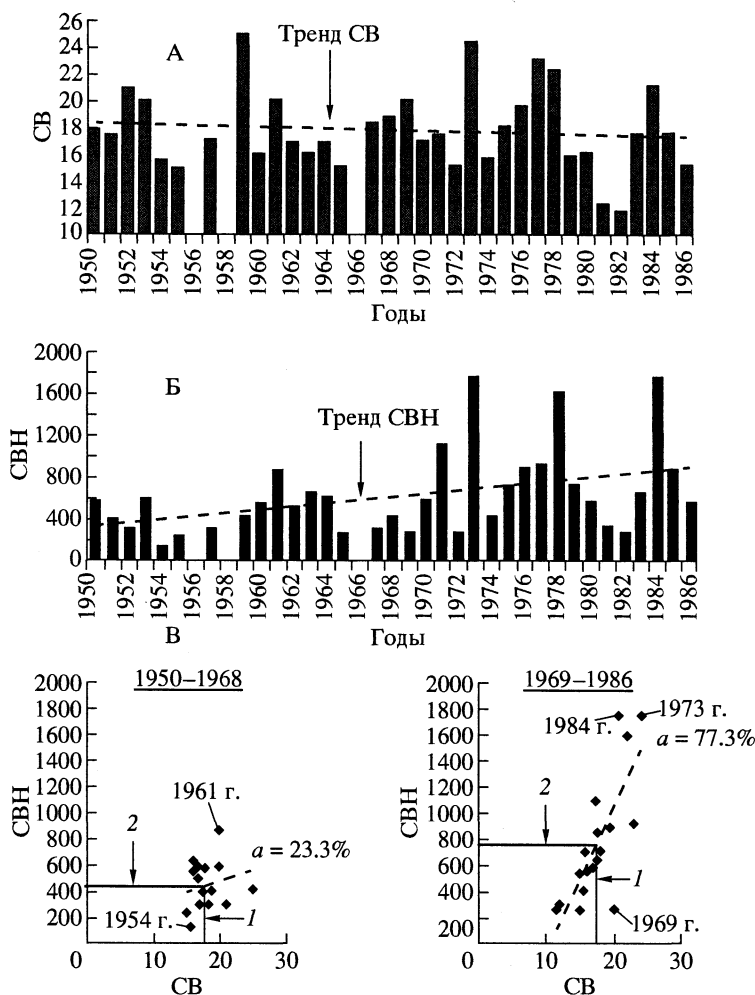


Рис. 3. Тенденции изменения стока воды (СВ,  $\text{л/км}^2 \cdot \text{год}$ ) – А, стока взвешенных наносов (СВН,  $\text{т/км}^2 \cdot \text{год}$ ) – Б и поперидная зависимость между обоими стоками – В в бассейне р. Язгулем/Мотравн (бассейн р. Пяндж, Таджикистан)

Попериодная норма: СВ – 1, СВН – 2,  $a$  – коэффициент аппроксимации

При этом он существенно колебался от года к году: самый большой объем наносов за минувшее столетие был измерен в 1933 г. – 3.9 млрд. т самый малый – в 1928, 1961 гг. – не более 0,5 млрд. т. Однако проводимые с 1970-х годов, главным образом на Лёссовом плато, лесопосадочные (на 36% территории), берегоукрепительные (сооружение дамб) работы, а также создание водохранилищ привели к ощутимому снижению наносов реки в 1980-х годах в среднем течении Хуанхэ до 800 млн. т/год (рис. 5), что является самым низким на памяти человечества среднемноголетним годовым их стоком. Удалось сократить и межгодовую неравномерность стока наносов: коэффициент межгодовой вариации СВН за период 1970–1990 гг. составил 40% против 50% в период 1930–1960 гг., что для столь большого по площади бассейна – значительное снижение.

Мульчирование и залужение эродированных земель привело к 20–30% и даже к 90%-ному уменьшению стока наносов в малых речных бассейнах Лёссового плато (табл. 3). В то же время, с идущим параллельно нарушением почвенного покрова в других районах бассейна, в Хуанхэ за последние два-три десятилетия поступило дополнительно около 47 млн. т. эродированного материала, который нейтрализовал эффект почвоохранных мер на 19% [6].

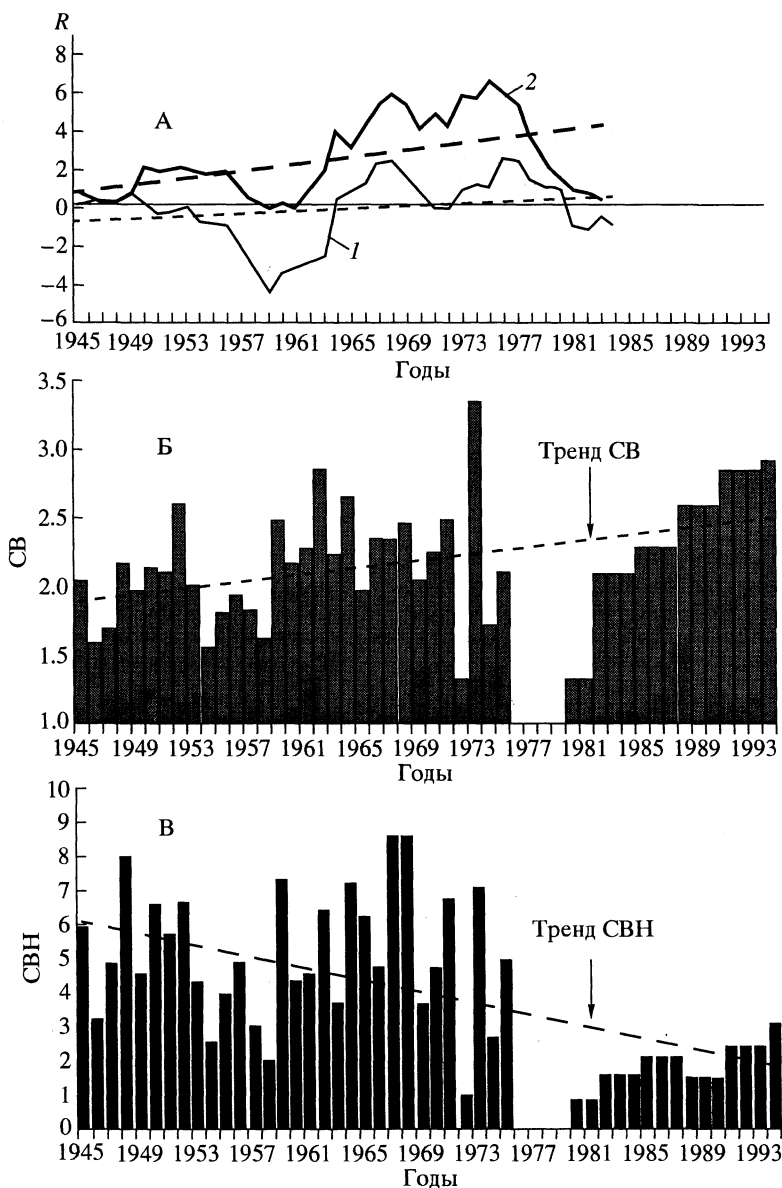


Рис. 4. Тенденции изменения осадков (разностно-интегральная кривая  $R$ , по Севастьянову, Батнасану, 1993) – А, стока воды (СВ,  $\text{л/км}^2 \cdot \text{с}$ ) – Б и стока взвешенных наносов (СВН,  $\text{т/км}^2 \cdot \text{год}$ ) – В в бассейне Селенги/Улан-Уде

1 – метеостанция Булген (бассейн р. Орхон, Монголия), 2 – метеостанция Мурен (бассейн р. Делгер-Мурен, верховья Селенги, Монголия).

За периоды 1980–81, 1982–84, 1985–87, 1988–90, 1991–93 гг. значения СВ и СВН приведены в осредненной форме (по материалам НИВИ, Канада)

Противоэрозионные мероприятия в ближайшие десятилетия будут продолжены, и к середине XXI столетия, по прогнозам Комитета по охране Желтой реки Министерства водных ресурсов КНР, планируется снизить ежегодный сток наносов в Желтое море до 500 млн. тонн. Несмотря на эти обнадеживающие перспективы, бассейн реки по-прежнему останется областью гиперэрозии, благодаря сочетанию геолого-геоморфологических, хозяйственных и климатических



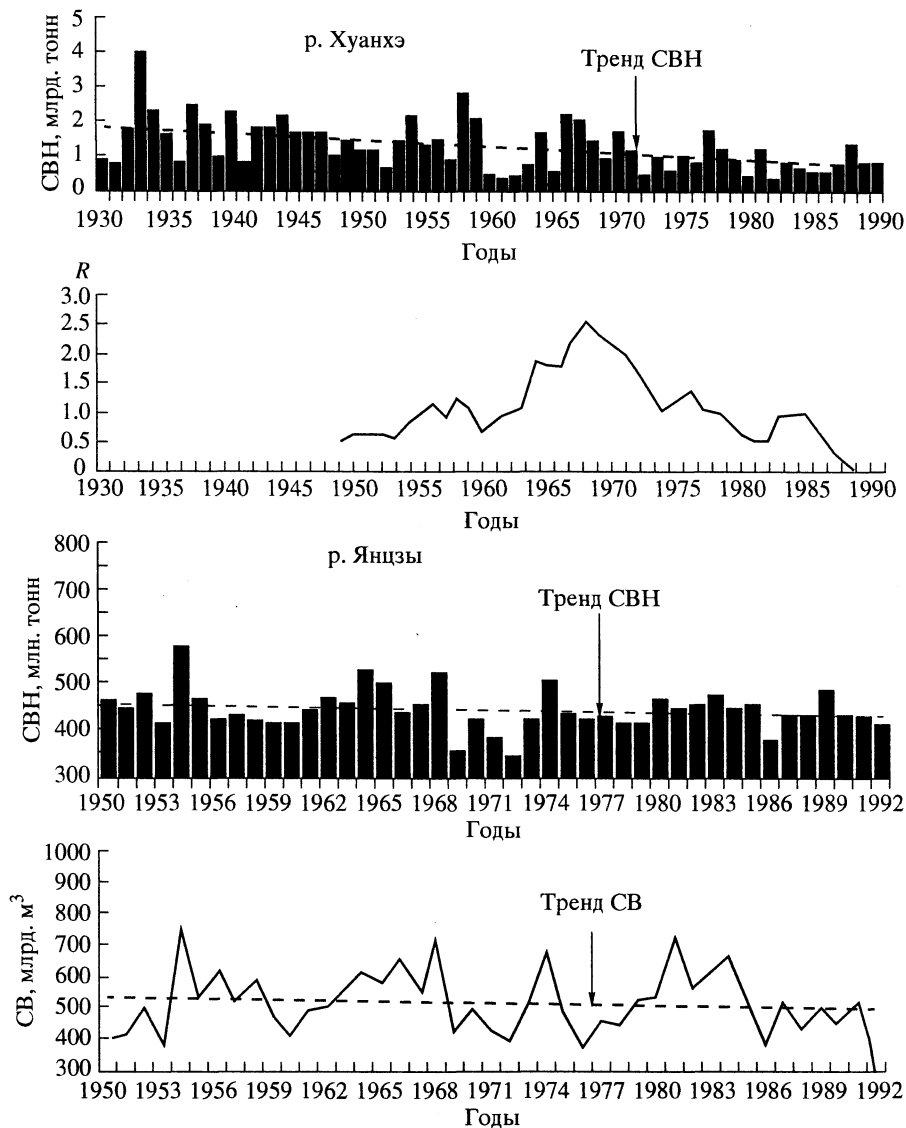


Рис. 5. Тенденции изменения стока взвешенных наносов (СВН) и стока воды ( $R$ ,  $CB$ ) в бассейнах рр. Хуанхэ/Хуаюанькоу (площадь водосбора – 730 тыс. км<sup>2</sup>) и Янцзы/Ючанг (площадь водосбора – 1006 тыс. км<sup>2</sup>) (по [8, 11])

По р. Хуанхэ ряд стока воды представлен в виде разностноинтегральной кривой –  $R$  [по [7]]

условий. Климатический фактор в последние десятилетия также способствовал уменьшению активности эрозии: в 1980-х годах норма стока воды в бассейне реки была на 13.3% ниже нормы за все предшествующие десятилетия XX в. Особенно ощутимо влияние климатических изменений проявилось в наиболее пораженной эрозией области, расположенной между г. Хекученом и г. Лонмынем (111,6 тыс. км<sup>2</sup>), сложенной лёссовым материалом, где сокращение водности в 1980-е годы в сравнении с предшествующей многолетней нормой достигало 50% (табл. 4).

**Эффективность противоэрозионных мероприятий на овражных водолитосборах на Лёссовом плато Китая (по [6])**

| Овраги    | Площадь, км <sup>2</sup> | Контрольная площадь, % | Уменьшение стока наносов, % |
|-----------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Вангмао   | 5.97                     | 68                     | 89                          |
| Вангйа    | 9.10                     | 71                     | 91                          |
| Манхиаохэ | 36.30                    | 58                     | 97                          |
| Янгжангоу | 0.87                     | 40                     | 93                          |

Таблица 4

**Роль гидроклиматического и антропогенного факторов в снижении стока взвешенных наносов (СВН) в бассейне р. Санхуанхэ (бассейн р. Хуанхэ) (по [6])**

|                                                |                  |
|------------------------------------------------|------------------|
| СВН в 1957–1969 гг.                            | 368.1 тыс. т/год |
| СВН в 1980–1989 гг.                            | 96.3 тыс. т/год  |
| Общее уменьшение СВН                           | 74%              |
| Гидроклиматически обусловленное уменьшение СВН | 33–38%           |
| Антропогенно обусловленное уменьшение СВН      | 36–41%           |

В бассейне другой великой китайской реки – Янцзы – столь же ощутимого сокращения стока наносов, как в бассейне Хуанхэ, не отмечалось. При сравнении периодов 1950–1970 и 1971–1992 гг. сток наносов сократился лишь на 5,3% (соответственно с 531 до 502 млн. т/год) при уменьшении водности в бассейне за те же периоды на 4,0% (с 447 до 429 млрд. м<sup>3</sup>/год). В то же время в ряде бассейнов верховья реки деятельность человека развивалась по сценарию, который явно не способствовал снижению механической денудации. Так в районе Хуанглин за период с 1955 по 1985 г. увеличение стока наносов в бассейнах местных рек на 47% было вызвано сокращением лесов с 45.1 до 21.7% площади района [9]. Таким образом, вывод о снижении скоростей эрозии в бассейне р. Янцзы, полученный лишь по факту сокращения стока наносов, пусть и не существенного, в ее низовье достаточно интегрален. Впрочем, в масштабе общекитайского обзора он вполне удовлетворителен.

Способствовать сокращению скоростей эрозии должно было также благоприятное сочетание климатического и антропогенного факторов в Японии. Здесь, при отмечаемом за последние 40–45 лет неуклонном уменьшении интенсивности снегопадов в большинстве префектур страны (особенно с 1986/87 гг.) [23], начиная с 1955 г., велись активные лесовосстановительные работы: с 1960-х по 1980-е годы доля только государственных лесопосадок в стране увеличилась с 19 до 26% [24].

На фоне доминирующего влияния климата и хозяйственной деятельности в направленных изменениях современной эрозии роль эндогенного фактора отходит на задний план. В то же время локализованные на поверхности земной коры проявления внутренней энергии планеты (сейсмичность, вулканизм) нередко выражаются в экстремальной активизации экзодинамических процессов, в том числе эрозионных. Это особенно справедливо для восточной периферии субконтинента. Еще свежи воспоминания о пробуждении в 1977–1978 гг. японского вулкана Юсу [25]. После извержения его поверхность и близлежащие земли были перекрыты слоем пирокластического материала (пепел, пемза и др.) мощностью более 0.5 м. Бороздковая и овражная эрозия достигли наибольшей интенсивности в 1978–1982 гг. – 136 мм/год в пересчете на общее понижение поверхности. В последующем, после 1982 г. скорость эрозии значительно спала – до 2–10 мм/год, и линейные эрозионные формы, достигнув более устойчивой к размыву поверхности лавовых потоков, продолжали развиваться лишь за счет разрушения своих бортов.

Отмеченное выше сокращение наносов происходило при быстром увеличении числа водохранилищ, аккумулирующих значительные объемы эрозионного материала (рис. 6). Только в КНР в настоящее время насчитывается около 10–12 тыс. водохранилищ (объемом

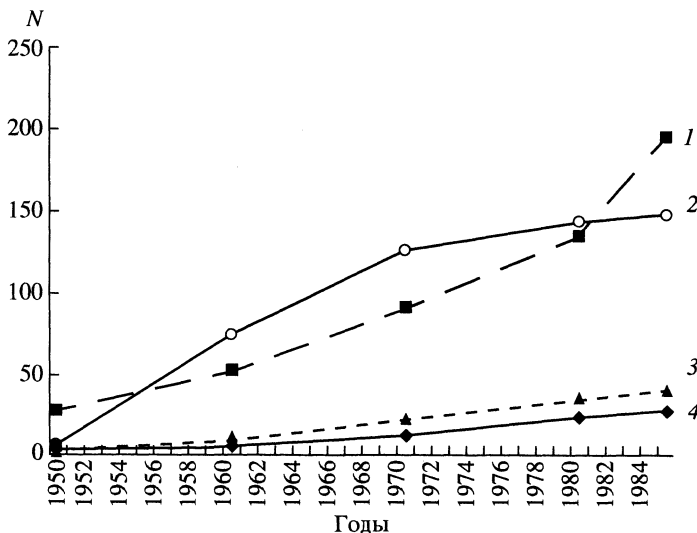


Рис. 6. Динамика роста числа водохранилищ ( $N$ ) емкостью более 100 млн  $\text{м}^3$  в ряде стран Азии (выборочно по [27])

1 – Индия, 2 – Китай, 3 – Япония, 4 – Турция

более 1 млн.  $\text{м}^3$ ), многие из которых интенсивно заиливаются. Крупнейшее из них – Саньмынься (в долине р. Хуанхэ) – только за 6 лет эксплуатации потеряло около 30% своего полезного объема [26]. В целом скорости заиливания водохранилищ оцениваются от 0.16 до 0.23% полезного объема ежегодно, как правило, уменьшаясь с увеличением водолитосборной площади [27].

### Юго-Восточная Азия

Многочисленные данные о направленной динамике важнейшего фактора эрозии – антропогенного (быстрые темпы роста сельского населения<sup>4</sup>, с которыми связаны скорости сведения тропических лесов и расширения обрабатываемых земель) – указывают на активизацию эрозии в странах Юго-Восточной Азии в последние полвека.

По расчетам К. Абернети [4], проведенным на основе изучения соотношения темпов прироста численности населения и стока наносов в бассейнах ряда водохранилищ Юго-Восточной Азии, на каждый 1% прироста населения следует ожидать увеличения стока наносов на 1.6% (рис. 7). Учитывая эту зависимость (пусть даже и грубую) и достаточно высокие для региона темпы прироста населения – в среднем 6.3%/год, можно было ожидать более чем пятикратное увеличение скоростей эрозии в период с 1960 по 1990 г. При этом процесс сведения лесов, идущий соразмерно росту населения, также достаточно активен. В Лаосе, например, леса уже вырублены наполовину, и лесистость к 1981 г. составила 47%, тогда как до Второй мировой войны почти вся страна была покрыта непроходимыми джунглями. С 1950 г. по 1980-е годы лесопокрытая площадь на Филиппинах сократилась с 50 до 20% площади архипелага [29]. Наиболее активно здесь сводились и сводятся первичные леса (со 100 до 10 тыс.  $\text{км}^2$  соответственно). Из-за растущей земельной потребности на равнинной части островов, вызванной высокими темпами прироста населения (3%/год), безземельные крестьяне стали уходить в горы, ускоряя там эрозионные процессы [30]. Угрожающий характер имели темпы лесосведения в Таиланде: за 1961–1981 гг. площадь под лесами сократилась с 513 до 143 тыс.  $\text{км}^2$  или с 99.8 до 27.8% площади страны [31]. Негативные последствия сведения лесов, хотя и вынудили тайское правительство официально с января 1989 г. запретить вырубку леса, процесс создания подсек и стихийная крестьян-

<sup>4</sup> Если в 1801 г. на территории современной Индонезии, Брунея, Малайзии и Сингапура, например, проживало суммарно около 14 млн. чел., а в 1960 г. – 60 млн. чел., то в 1988 г. – уже 190 млн. чел. [28].

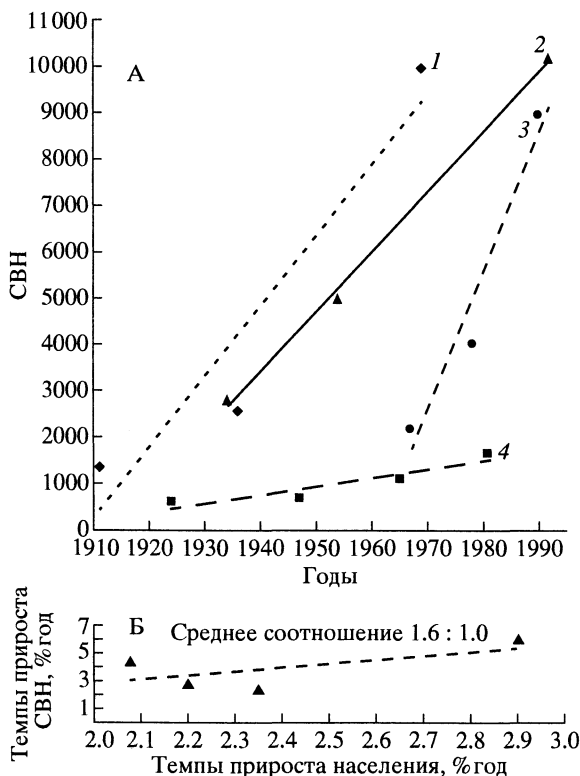


Рис. 7. Тенденции изменения стока взвешенных наносов (СВН, т/км<sup>2</sup> · год) – А и связь его ежегодного увеличения с приростом населения – Б в бассейнах ряда водохранилищ Юго-Восточной Азии (по данным К. Абернети из работы [4])  
 Водохранилища: 1 – Силитунг, Ява (+4,47%/год), 2 – Пакал, Ява (+2,85%/год), 3 – Амбуклао, Филиппины (+6,0%/год), 4 – Мейктила, Мьянма (+2,48%/год)

ская колонизация девственных ландшафтов не прекращаются и ныне. Еще 100–150 лет тому назад 90–95% площади о-ва Калимантан (Борнео) были покрыты дождевыми тропическими лесами. К середине 1980-х годов они сохранились лишь на  $\frac{2}{3}$  территории. Причина лесосведения – увеличение численности населения: на острове оно возросло с 1912 по 1990 г. на 480% (6,2%/год) – с 1,57 до 9,1 млн. чел. [32], что должно было увеличить сток наносов в местных реках, согласно расчетам К. Абернети, более чем в 7 раз. Хищническое истребление лесов широко ведется и на других островах Малайского архипелага [33], в южных провинциях Китая [34] и др.

Масштабность сведения влажных лесов в тропиках нетрудно представить, если учесть, что пожары, сопутствующие подсечно-огневому методу земледелия, поражают не только расчищаемую площадь, но и соседние леса. Геоморфологические, геоэкологические и социальные последствия такой деятельности очевидны – ускорение почвенной и овражной эрозии, усиленная аккумуляция продуктов эрозии в речных долинах и озерах, учащающиеся наводнения, сели, загрязнение поверхностных вод, гибель людей и т.п.

Влияние сведения лесов на скорость эрозии и на сток наносов рек было прослежено в Индонезии, в области развития муссонных лесов на о-ве Ява, сохранившихся ныне лишь на 30% их изначальной площади. Проведенные исследования [35] за скоростями эрозии в разных частях острова показали: если темпы потери почв в тропическом лесу, не затронутом деятельностью человека, составляли 0,1 т/км<sup>2</sup> · год, то на участках без растительного покрова и с однолетними культурами они достигали в первые годы после удаления древостоя уже 580 и 2240 т/км<sup>2</sup> · год соответственно. Со временем последние цифры заметно сокращаются (релаксация эрозионных процессов), но восходящая тенденция изменения эрозии и стока наносов по мере обезлесивания междуречий в регионах с тропическими лесами прослеживается со всей очевидностью (табл. 5).

**Изменение стока взвешенных наносов (СВН) в бассейнах рек (площадью менее 5 тыс. км<sup>2</sup>) низкогогорного пояса Вьетнама при изменении лесистости водосбора (по [2])**

| Модули СВН, т/км <sup>2</sup> · год | Лесистость бассейна, % |
|-------------------------------------|------------------------|
| 130(15)                             | > 70                   |
| 200(19)                             | 30–70                  |
| 460(3)                              | < 30                   |

*Примечание.* Цифра в скобках – количество проанализированных бассейнов.

В то же время не следует безоговорочно и повсеместно вычерчивать прямую и ясную зависимость резкого увеличения стока речных наносов от сведения лесов без учета динамики другого главного фактора – стока воды. Это показал Д. Элфорд [4] на примере бассейна р. Махао-Фрая (14.028 км<sup>2</sup>), дренирующей горную область на севере Таиланда. Он установил, что за период с конца 1950-х до середины 1980-х годов существенного увеличения объема транспортируемого рекой взвешенного материала не отмечалось (хотя некоторое увеличение и имело место), несмотря на весьма активное сведение лесов и экстенсивное хозяйствование на междуречьях.

### Южная Азия

Динамика стока наносов крупнейшей реки региона – Ганга – отразила общую тенденцию изменения активности эрозии здесь во второй половине XX в. В 1960-х годах (ориентировочно) водами этой реки ежегодно выносилось (с площади 976 тыс. км<sup>2</sup>, выше устья р. Брахмапутра) около 480 млн. т. взвешенных наносов [36]; в 1980-х годах – около 520 млн. т. (по материалам НИВИ, Канада). Однако темпы ускорения эрозии в бассейне реки (и всего региона) были, по-видимому, заметно выше, чем те, что отражены в динамике наносов по двум причинам: во-первых, с 1960–1970-х годов в Индии сохранялся один из самых высоких в мире показателей прироста числа и объема водохранилищ – искусственных "ловушек" продуктов эрозии (рис. 6). Причем 90% этих водоемов находится в диапазоне высот от 100 до 500 м над уровнем моря [27], т.е. там, где расположен основной фонд сельскохозяйственных угодий страны и происходит наиболее интенсивная нагрузка на них (бассейны Ганга, Кришна, Годавари и др.); во-вторых, проявление геоэкологически нерациональной деятельности человека за последние полвека по всему региону было весьма ощутимо, выражаясь порой в катастрофических формах. Так, сравнение космических снимков индийской территории за 1972–1975 и 1980–1983 гг. показало, что всего за семь-восемь лет лесные площади в стране сократились с 550 до 463 тыс. км<sup>2</sup>, или на 16.6%. Самое масштабное сведение леса было зафиксировано в наиболее залесенной Центральной, Северо-Восточной<sup>5</sup> и Юго-Восточной Индии [38]. Ныне леса в стране сохранились лишь на 11.5% ее площади [39], и от эрозии и дефляции серьезно пострадали уже около 1.5 млн. км<sup>2</sup>, или около 45% площади Индии [40]. За каждые 10 лет площадь сильно заовраженных земель в стране увеличивается на 1% [41].

Прогрессирующему обезлесиванию подвергались в последние полвека Гималаи. В Непале леса ежегодно вырубались на 4 тыс. км<sup>2</sup> (2.8% в год от площади страны). В результате почвенная эрозия, считающаяся нормальной в естественных условиях при уровне 1000 т/км<sup>2</sup> · год, возрастала до 3000–7500 т/км<sup>2</sup> · год. Главная причина ускоренного сведения лесов в этом горном королевстве – быстрый рост пешего туризма, поскольку при обслуживании иностранных туристов топлива требуется значительно больше, чем для быта непритомливого местного населения [42]. В целом в Гималаях за последние полвека леса сократились с 60 до 25% (на западе горной системы – до 15%) их общей площади. Возрастанию массы продуктов эрозии в горах соразмерна их аккумуляция на предгорных равнинах. Результаты уровнемерных работ на р. Брахмапутра, бассейн 5 которой имеет значительную водолитосборную площадь

<sup>5</sup> В штате Западная Бенгалия леса ежегодно сводились на площади 15 тыс. км<sup>2</sup> [37]).

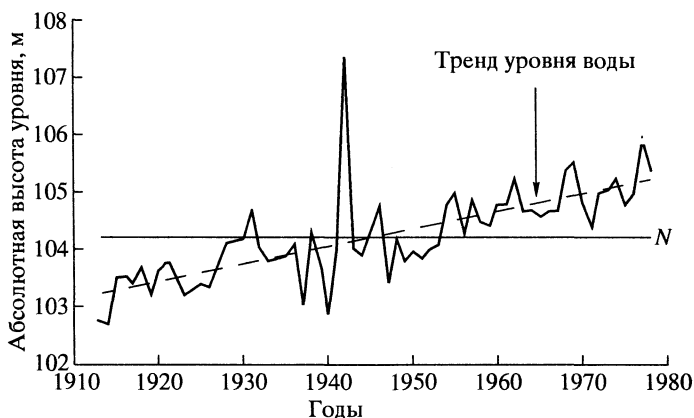


Рис. 8. Увеличение уровня воды р. Брахмапутра у Дибругарха с 1913 по 1978 г., обусловленное возрастанием аккумуляции продуктов эрозии на дне реки (с изменениями по [43])  
*N* – норма уровня воды

в Гималаях, свидетельствуют, что на протяжении большей части XX в. среднегодовой уровень воды в реке неуклонно возрастал (в среднем на 34 мм/год). Связано это, как полагают индийские гидрологи [43], с возрастанием скоростей отложения наносов – продуктов эрозии в Гималаях – на дне реки в ее нижнем течении (рис. 8).

В значительной степени усилению эрозии в регионе способствовало расширение инженерно-технических работ. Только за период 1950–1980-х годов общая протяженность дорог в Индии возросла с 400 до 1546 тыс. км (по прогнозам к 2001 г. – до 2700 тыс. км) [44], сопровождаясь развитием вдоль них новых эрозионных форм. Возросшая масса продуктов эрозии антропогенного происхождения аккумулируется в многочисленных водоемах и водотоках ирригационной системы страны. Исследованиями установлено [45], что заилиние водохранилищ Индии в период независимости проходило быстрыми темпами, которые, как правило, вдвое (а иногда, в 4–6 раз) превышали расчетные.

С высоким приростом населения (с 1946 по 1989 г. оно увеличилось с 6.6 до 19.0 млн. чел. [46]) могло быть связано ошутимое усиление эрозии в соседней Шри-Ланке. Учитывая отмеченную выше зависимость К. Абернети, можно предположить, что в этот отрезок времени сток наносов с острова в Индийский океан возрос не менее чем в 4–5 раз.

В Пакистане проблема ускорения эрозии в последние полвека стояла, по всей видимости, не менее остро: за 1947–1976 гг. обрабатываемые площади выросли в стране с 155 до 195 тыс. км<sup>2</sup>, при одновременном увеличении парка тяжелой сельскохозяйственной техники, что нарушает нормальные воднофизические свойства почв<sup>6</sup>. Ныне из всех сельскохозяйственных земель (753 тыс. км<sup>2</sup>) в республике 84% повреждено процессам опустынивания, в том числе до 400 тыс. км<sup>2</sup> – эрозии и дефляции [48].

### Юго-Западная Азия

Мы не располагаем информацией о динамике стока наноса в реках этого региона, что затрудняет сделать надежные выводы о направленности скоростей эрозии. Предположим, что и здесь хозяйственная деятельность могла служить основой ускорения всех видов денудации, что отмечалось, например, на пространствах пустынь и полупустынь Ирака при чрезмерном выпасе скота, ранней пастьбе, сведения на топливо пастбищных полукустарников и т.д. [49]. Аналогичный сценарий был характерен для 40% территории Сирии [50], в Палестине [51]. Один из факторов, сопутствующих почвенной и овражной эрозии, – механизация сельского хозяйства, например, в Иране число тракторов прирастало на 9% год, в Турции – на 10%/год

<sup>6</sup> С начала 1950-х годов по 1981 г. парк только тракторов в Пакистане увеличился с 3000 до 117 940 единиц [47].

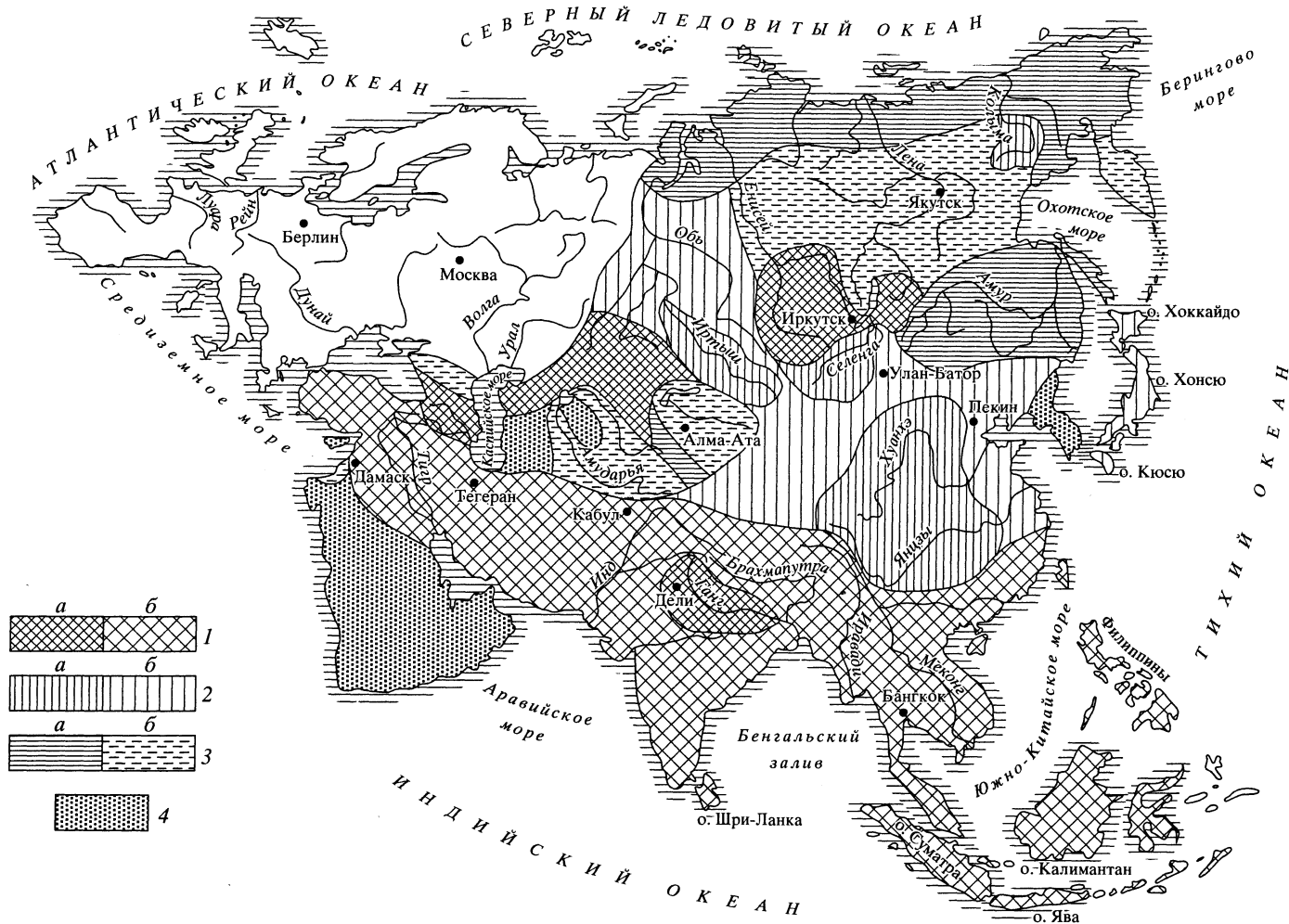


Рис. 9. Карта направленности темпов эрозии в Азии во второй половине XX в.

Тенденции: 1 – восходящая; 2 – нисходящая; 3 – стационарная (а – установленная, б – предполагаемая); 4 – нет данных

[52]. Кроме этого, в Турции ускорению эрозии могли способствовать участвовавшие лесные пожары [53].

В отдельных районах деятельность человека, напротив, способствовала уменьшению активности эрозионных процессов. Так, в Израиле с 1970 по 1986 г. лесопокрытая площадь была увеличена с 89.2 до 100.8 тыс. га, а в 2000 г. ее планировалось довести до 160.8 тыс. га [54]. Очевидно, эффект этих работ должен был выразиться в уменьшении эрозионных потерь почв, поскольку климатический фактор (сток воды) за истекшие 50–60 лет практически не имел статистически значимой направленности [55].

## Выводы

Во второй половине XX в. в Азии обособились три области/пояса с разнонаправленными тенденциями эрозии и СВН (рис. 9).

1. Северная и Северо-Восточная Азия с относительно стационарным режимом стока наносов и эрозии, обусловленным преимущественно однонаправленной динамикой водности;

2. Западная Сибирь, Центральная и Восточная Азия (в пределах Китая) с преобладающей тенденцией ослабления эрозии и уменьшения стока наносов. Причины – сокращение стока воды и проводимые противоэрозионные мероприятия;

3. Юго-Восточная, Южная, Юго-Западная Азия с тенденцией ускорения эрозии. Основная причина – нерациональное землепользование при агрикультурной деятельности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Глобальный сток наносов в океан: природная и антропогенная составляющие // Эрозионные и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 2000. Вып. 3. С. 15–23.
2. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: Изд-во КазГУ, 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. Walling D.E., Webb B.W. Erosion and sediment yield: a global overview // IAHS Publ. 1996. № 236. P. 3–19.
5. Бобровицкая Н.Н. Водная эрозия на склонах и сток наносов: Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. СПб.: 1995. 59 с.
6. Mou J. The impact of environmental change and the Yellow River basin // IAHS Publ., 1991. № 203. P. 47–52.
7. Чалов Р.С., Лю Шугуан, Алексеевский Н.И. Сток наносов и русловые процессы на больших реках России и Китая (Северная Двина, Обь, Лена, Хуанхэ, Янцзы). М.: Изд-во МГУ, 1999. 212 с.
8. Сток наносов р. Хуанхэ / Под ред. Чжао Веньлиня. Чжэнчжоу: Водное хозяйство р. Хуанхэ. 1996 (на кит. языке).
9. Lin Ch. Mechanism of sediment yield on the Huandgling anticlinal region in the Three Gorges of the Yangtze River // Hydrol. and Environ.: 23<sup>rd</sup> Congr. (Ottawa. 1989. 21–25 Aug.). Ottawa, 1989. P. 487–489.
10. Milliman J.D., Meade R.H. World-wide delivery of river sediment to the oceans // J. Geol. 1983. № 91. P. 1–21.
11. Dingzhong D., Ying T. Soil erosion and sediment yield in the Upper Yangtze River basin // IAHS Publ. 1996. № 236. P. 191–203.
12. Ивлев А.М., Дербенцева А.М., Любич А.С., Морякова Л.А. Оврагообразование в Приморье и его воздействие на почвы. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1990. 136 с.
13. Бирюков В.В. Проблемы регионального использования ресурсов в связи с промышленным освоением Азиатского севера // Проблемы землепользования на современном этапе перестройки. Киев: 1989. Вып. 2. С. 89–93.
14. Хисматуллин Ш.Д. Эрозия на сельскохозяйственных землях Иркутской области // География и природные ресурсы. 1991. № 4. С. 49–61.
15. Брюханов В.А. Эрозионно-аккумулятивный процесс в бассейне Большой Речки (Алтай) // Эрозиоведение: теория, эксперимент, практика (тез. докл. Всесоюз. научн. конф. Москва, 26–28 декабря 1991. С. 27–28.



16. Рыжов Ю.В. Овражная эрозия в межгорных котловинах Юго-Западного Прибайкалья // Геоморфология. 1998. № 3. С. 85–92.
17. Каючкин Н.П. Транспорт и территориальная организация расселения и хозяйства Иркутской области // География и природные ресурсы. 1989. № 4. С. 96–102.
18. Petrof D. Siberian forests under threat // Ecologist. 1992. V. 22. № 6. P. 267–270.
19. Куттумуратов Т.К., Андреев А.К. Преобразование целинных земель Казахстана // Финансы СССР. 1983. № 4. С. 24–26.
20. Баубекон А.А. Проблемы борьбы с ветровой эрозией на целине // Соц.-полит. история Приишимья. Целиноград: Изд-во Ин-та ист., археол. и этногр. АН КазССР, 1990. С. 133–134.
21. Батжаргал Э. К вопросу охраны экосистем в МНР // Экол. кооп. 1989. № 3–4. С. 16–22.
22. Панкова Е.И. Деградационные процессы на пахотных землях Монголии // Почвоведение. 1993. № 12. С. 92–98.
23. Snowfall levels decline in snow areas over past decades // Atmos. Jap. 1997. V. 48. № 9. P. 14.
24. Fujita Y. Problems in the development of forest resources in Japan // Reg. Conf. Asian Pasif. Countries. Int. Geogr. Union (Beijing. 1990. 13–20 Aug.). Beijing. 1990. V. 2. P. 461.
25. Chinen T., Riviere A. Post-eruption erosion processes and plant recovery in the summit atrio of Mt. Usu, Japan // Catena. 1990. V. 17. № 3. P. 305–314.
26. Biswas A.K. Impacts of hydroelectric development on the environment // Energy policy. 1982. V. 10. № 4. P. 349–353.
27. Авакян А.Б., Овчинникова С.П., Салтанкин В.П. Водохранилища Азии // Водные ресурсы. 1987. № 3. С. 92–104.
28. Brookfield H., Byron Y. Deforestation and timber extraction in Borneo and Malay Peninsula: the record since 1965 // Glob. Environ. Change. 1990. V. 1. № 1. P. 42–56.
29. Kummer D.M. Deforestation in the post-war Philippines // 19<sup>th</sup> World Congr.: "Sci. Forest: IUFRO's 2<sup>nd</sup> Century" (Montreal. 1990, 5–11 Aug.). Montreal, 1990. V. 6. P. 199–209.
30. Dalmacio M.V. Diagnosis and design of agroforestry for upland development // Cohopy. 1986. V. 12. № 1. P. 10–12.
31. Hirsch Ph. Forests, forest reserve and forest land in Thailand // Geogr. J. 1990. V. 156. № 2. P. 166–174.
32. Zimmermann G.R. Der tropische Regenwald in Kalimantan (Indonesisch Borneo) // Geogr. Res. 1992. V. 44. № 1. P. 40–47.
33. Haeruman H. Future of tropical forests in Indonesia, resolving land resources conflicts // Environmentalist. 1985. V. 5. № 10. P. 111–114.
34. Jingshan Ch. Hua dong shifan daxue xuebao. Ziran kexue ban // J. East China Norm. Univ. Nat. Sci. 1994. № 1. P. 69–75.
35. Amas K., Purwanto I. Aliran permukaan dan erosi pada berbagai penutupan lahan in Kadipaten, Jawa Barat // Bul. Penelit. Hut. 1992. № 547. P. 1–11.
36. A compendium of major international rivers in the ECAFE region / UN Economic Comm. for Asia and the Far East (Water resources series). 1966. № 29. 75 p.
37. Banerjee U. Forest and Forestry in West Bengal: Problems, prospects, experiences and recent trends // Geogr. Rev. India. 1990. V. 52. № 3. P. 4–9.
38. Шеров-Игнатъев В. Индия. Судьба лесов // Азия и Африка сегодня. 1989. № 8. С. 28–30.
39. Schuman M. Unequal Struggle // Far East. Econ. Rev. 1991. V. 153. № 38. P. 48.
40. Pandey V.K., Tewari S.K. Some ecological implications of land use dynamics in Uttar Pradesh // Indian J. Agr. Econ. 1987. V. 42. № 3. P. 388–394.
41. Haigh M.J. Ravine erosion and reclamation in India // Geoforum. 1984. V. 15. № 4. P. 540–561.
42. Stott T. Deforestation in Nepal // Geogr. Rev. 1989. V. 3. № 1. P. 32–35.
43. Narayana D.V., Babu U. Estimation of Soil Erosion in India // J. Irrig. and Drain. Eng. ASCE. V. 109. № 4.
44. Sundaram K.M. Viability of road transport // IRTDA News letter. 1986. V. 55. № 14. P. 1–3.
45. Sharma J.S. Trends in environmental problems and their future in India // Int. Symp. Biosphere Proc. Cond. Pap. (Miami Beach. 1984. 23–24 Apr.). Coral Gables. 1984. P. 56–58.
46. Simpson E.S. An island divided // Geogr. Mag. 1989. V. 61. № 10. P. 1–4.
47. Mushtagur R. Tractorization of agriculture in Pakistan // Geo. J. 1987. V. 15. № 4. P. 387–392.
48. Ростоцкий С.Б. Пакистан: проблемы опустынивания в условиях орошаемого земледелия // Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Ташкент: 1981. С. 229–233.
49. Боровикова К.Н. Роль антропогенного фактора в формировании ландшафтов пустынь Ирака // Проблемы взаимодействия человека и биосферы. М.: 1989. С. 167–170.
50. Георгиевский А.Б. Пастбища Сирийской пустыни и их продуктивность // Природные ресурсы пустынь и их освоение. Ашхабад: 1986. С. 252–253.
51. Аду Ораби Г.В. Опустынивание и проблемы сельскохозяйственных ресурсов в Иордании // Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Ташкент: 1981. С. 94–96.

52. Richards A., Ramezani A. Mechanization, off-farm employment and agriculture // Labor and Rainf. Agr. West Asia and N. Africa, 1990. P. 49–65.
53. Serez M. Forest fires and fire management in Turkey // 19<sup>th</sup> World Congr.: "Sci. Forest: IUFRO's 2<sup>nd</sup> Century" (Montreal. 1990, 5–11 Aug.). Montreal, 1990. V. 1. P. 197–214.
54. Schonau A.P.G. Some forestry aspects and relevant research in Israel // Ann. Rep., Pietermaritzburg, 1988. P. 50–52.
55. Cohen S., Stanhill S. Contemporary climate change in the Jordan valley // J. Appl. Meteorol. 1996. V. 35. № 7. P. 1051–1058.

Казанский госуниверситет

Поступила в редакцию  
04.12.2001

## THE TRENDS OF EROSION AND SUSPENDED LOAD RUNOFF IN ASIA DURING THE SECOND HALF OF THE 20<sup>th</sup> CENTURY

A.V. GUSAROV

### Summary

The long-term observations of the suspended load runoff, data on factors of erosion, published materials and Internet data were used for determining the regions with certain trends of erosion. In the Northern Asia the main factor of erosion changes is climate while in the eastern, southern, south-eastern and south-western regions of Asia it is human activity (deforestation and reforestation, scarifying, regrassing etc.)

УДК 551.4.03(–924.16)

© 2002 г. О.П. КОРСАКОВА

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО ШИТА<sup>1</sup>

Анализ рельефа является важнейшей частью структурно-геологических, неотектонических, палеогеографических и других исследований. Основные региональные работы в этих направлениях выполнялись А.А. Никоновым, С.А. Стрелковым, Г.С. Рубинраутом и другими авторами, которые при выделении форм рельефа всегда основывались на генетических (морфоструктурных) принципах [1–3 и др.], т.е. в качестве формы (морфоструктуры) предлагалась геологическая или неотектоническая структура, в пределах которой описывался рельеф. Нисколько не умаляя целесообразность их подходов при решении разных конкретных задач, предлагается проанализировать территорию, исходя из морфологии поверхности северо-восточной части Балтийского щита, не вдаваясь в генетические объяснения ее строения. В таком случае предметом исследования и средством познания земной поверхности становится сама форма. Морфологическая структура, или форма рельефа, представляющая собой морфологически обособленную часть земной поверхности, отражает проявление пространственно-временного комплекса геолого-геоморфологических процессов. Разным формам соответствует и разное содержание, объем которого устанавливается, исходя из доступных знаний, далеко не исчерпывающих всего многообразия природных взаимосвязей. Рельеф всегда доступен изучению, и морфологический анализ поверхности может служить методом познания геолого-геоморфологических процессов и явлений, имеющих место в пределах конкретных регионов.

Суть проведенного морфологического анализа рельефа состоит в генерализации дневной поверхности северо-восточной части Балтийского щита, в определении количественных различий между высотными грациями рельефа (значимых изогипс), в разделении поверхности на структурные единицы, которыми являются отдельные формы рельефа: низменности, возвышенности и горы. Это три основных категории рельефа, в каждом регионе обладающие

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках тематических исследований Геологического института КНЦ РАН. Автор благодарна В.В. Ладан и С.А. Селиверстовой за помощь, оказанную в морфометрических построениях.