

ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭРОЗИИ И СТОКА НАНОСОВ



В июле 1996 г. в университете г. Эксетер (Англия) состоялась международная конференция "Эрозия и сток наносов: глобальные и региональные аспекты", собравшая около 100 исследователей из 38 стран. Конференция была организована Международной комиссией по континентальной эрозии, входящей в состав Международной ассоциации гидрологических наук. Председатель комиссии и оргкомитета конференции профессор университета в Эксетере Д.Е. Уоллинг – один из ведущих в мире специалистов в области изучения эрозии и стока наносов.

Перед конференцией был опубликован сборник, содержащий полные тексты 62 представленных на конференцию докладов¹. Пять докладов поступили из России, авторы четырех из них (Н.Н. Бобровицкая, В.Н. Голосов, А.Ю. Сидорчук) приняли непосредственное участие в конференции. Познакомим читателей с наиболее важными, по нашему мнению, докладами сборника. Все его доклады (статьи) сгруппированы в шесть разделов.

В первом разделе "Глобальные проблемы" всего три статьи. Он открывается фундаментальным анализом, выполненным Д.Е. Уоллингом и Б.В. Узббом, которые рассматривают пространственную и временную изменчивость эрозии и стока наносов. На суше Земли модули стока взвешенных наносов, характеризующие интенсивность эрозии, изменяются в огромных пределах – от менее 1 т/км² в год (Балтийский и Канадский щиты) до 53500 (р. Хуанфучан на Лессовом плато Китая). Контролирующими факторами служат рельеф, состав грунтов, климат и растительность, развитие земледелия. Главными факторами временной изменчивости эрозии выступает деятельность человека и изменение климата. Взаимодействие этих факторов определяют особенности современных трендов эрозии и стока наносов в различных регионах. Первые оценки глобального стока наносов с континентов в океан, сделанные в 50–60-х годах, базировались на малом количестве гидрометрических постов, измеряющих сток наносов, и методы оценки были существенно разными. Поэтому годовые величины стока сильно различались у разных авторов – от 8,3 (MacKenzie, Gartels, 1966) до 51,1 млрд. т (Fournier, 1960). Однако уже в 80–90-х годах были созданы более крупные банки данных и разброс оценок сузился до 15–20 млрд. т в год, что составляет около 13–20% всех продуктов эрозии на Земле. Из них лишь половина "естественная", а другая инициирована деятельностью человека.

Особое внимание Д. Уоллинг и Б. Узбб уделили влиянию на сток наносов площади бассейна. Опираясь на исследования А.П. Дедкова и В.И. Мозжерина (1984, 1992), они допускают, что наряду с общепризнанной инверсионной зависимостью модулей стока взвешенных наносов от площади водосборов столь же закономерна прямая зависимость. Нельзя не согласиться с утверждением, что инверсионная зависимость в большей степени отражает влияние человека на флювиальную систему, нежели служит общим правилам.

Дальнейший прогресс в разработке глобальной модели эрозии требует более детального анализа всего возросшего объема данных с использованием геоинформационных систем.

В. Людвиг и Ж. Пробст (W. Ludwig, J.L. Probst) из Франции основное внимание уделили построению глобальной математико-статистической модели стока наносов и определению на ее основе стока со всей внеледниковой суши Земли. При создании модели учтены данные по 16 потенциальным факторам эрозии – самый большой набор предикторов из когда-либо использованных для этих целей. Но, к сожалению, очень невелико количество рек, принятых для построения модели, – всего 60. Кроме того, выбор факторов эрозии и особенно их градиции, методы их оценки выполнены во многом формально. По данным авторов, модули стока наносов (г, т/км² в год) для всей Земли хорошо (коэффициент множественной корреляции 0,91) описываются формулой $g = 0,020 QSF$, где Q – слой стока воды (мм), S – средний уклон водосбора (рад), F – индекс неравномерности выпадения осадков по Фурнье.

Интересны полученные авторами величины стока наносов с суши в океан. Приведем их сопоставление с последующими данными российских исследователей (таблица).

Несмотря на общую сходимость оценок стока наносов в океан (расхождения 7–16%), различия при сравнении отдельных континентов 2- и далее 4-кратные. Основная причина таких расхождений расчетов – недостаточный уровень исследованности стока рек. Как сообщил Д. Уоллинг, данные по стоку наносов имеются для бассейнов 400 крупных и средних рек, впадающих в океан и дренирующих 60% суши. Но отсутствуют наблюдения на 10 тыс. средних и малых рек, которые дренируют остальную сушу.

¹Erosion and sediment yield // Global and Regional Perspectives / Ed. D.E. Wolling, B.W. Webb. Intern. Assoc. Hydrological Sci. 1996. № 236. 586 p.

Континент	Сток наносов, млрд. т/год		
	М.И. Львович и др. (1991)	В.И. Мозжерин (1992)	В. Людвиг и Ж. Пробст (1996)
Африка	1,72	1,12	0,97
Европа	0,72	8,85	0,84
Азия	7,62		7,93
С. Америка	2,08	1,30	3,14
Ю. Америка	2,43	2,33	2,94
Австралия	0,36	0,82	0,21
Антарктида	—	—	0,01
Итого	14,93	13,85	16,03

Другой источник расхождений – слабая доступность результатов измерений стока наносов в развитых странах. С этой точки зрения важно создание центра ООН для сбора данных о качестве воды (в том числе о стоке наносов), о котором сообщает Э. Онгли (Канада). В этот центр при канадском институте водных исследований поступает информация о качестве воды из 60 стран мира, а также публикации на эту тему. Условия получения этих данных можно выяснить по сети Интернет, номер (<http://www.cciw.ca/gems/into/html>).

А.П. Дедков и В.И. Мозжерин представили глобальную модель эрозии и стока наносов основанную на анализе данных почти по 4000 речных бассейнов всей Земли. Ими определены средние модули стока взвешенных наносов для каждой ландшафтной зоны равнин и гор с выделением природной и антропогенной составляющей для каждого типа горных пород. Установлены зависимости модулей от высоты рельефа для природных и антропогенных измененных условий. Используемая электронная база данных является одной из самых больших в мире. Однако распределение данных по континентам и географическим поясам неравномерно: по южным значительно меньше материалов, чем по северным.

В самом большом разделе о *региональных моделях эрозии* 23 статьи; убедительно показана очень большая сток наносов (до 20 000 т/км² в год) в ледниковых областях – от Гренландии Шпицбергена до Каракорума и Новой Зеландии (J. Bogen, D. Collins, A. Gurnell, D. Hapka, D. Lawler, B. Nasholt). Тем самым подтверждается мнение о самой сильной механической денудации в ледниковых зонах гор. В тропических лесах Амазонии сток взвешенных наносов 3,5–4,5 раза превосходит сток растворенных веществ (J. Guyot e.a.).

Приведены новые данные об очень сильной эрозии и большом стоке наносов (от 500 до 20 000 т/км² в год) в Южной и Юго-восточной Азии (K. Sharma, V. Subramanian, D. Dingzhong, T. Ying, D. Higgitt and X. Lu, A. Gupta, F. Lai e.a.) и на островах западной части Тихого океана, особенно Новой Зеландии (D. Hicks e.a., S. White, R. Peart). Эти земли дают около 80% стока наносов в океан. В составе природных факторов столь сильной эрозии все чаще рассматривается тектоническая активность, в том числе сейсмичность. Но рядом упомянутыми землями огромного выноса наносов в океан лежит слабо эродируемый континент Австралия, занимающий 5% суши Земли, но дающий всего 2% выноса в океан (R. Wasson e.a. несмотря на двойное увеличение стока наносов под влиянием антропогенного фактора). В качестве основных причин столь слабой эрозии указаны аридность и малые размеры континента. Первая причина очевидна, вторая вызывает сомнения. Ибо в условиях инверсионной зависимости модулей стока взвешенных наносов от площадей бассейнов характерных для освоенных территорий, сток наносов особенно значителен в малых бассейнах. Это обстоятельство несомненно способствует огромному стоку наносов на сравнительно небольших островах запада Тихого океана (Тайвань, Филиппины, Новая Зеландия и др.).

В противоположность рекам юга и юго-востока Азии, несущим в океан огромные массы воды и наносов, реки Северной Азии – Обь и Енисей – поставляют в океан много воды, но очень мало наносов (Н. Бобровицкая, К. Зубкова и Р. Мид). Модули стока взвешенных наносов в низовьях этих рек всего 5–6 т/км² в год. Вниз по течению уменьшаются не только модули стока и масса наносов. Причинами названы обилие лесов и болот, крупные водохранилища.

В разделе о *почвенной и овражной эрозии* в разных странах четыре статьи, основанные на наблюдениях на небольших водосборах и площадках, эрозионного картирования, анализе аэрофотоснимков, определения содержания в почве цезия-137.

р. Хуанхэ (Mou Jinze). За 80-е годы средний годовой сток наносов этой реки сократился на 252 млн.т (24%) и достиг самого низкого показателя за все годы наблюдений (799 млн. т) в основном (на 70%) это произошло в результате осуществления комплекса противоэрозионных мероприятий на Лессовом плато – главном источнике наносов Желтой реки. Комплекс включает облесение и залужение, сооружение водохранилищ-отстойников в долинах и оврагах, террас на склонах. Он охватил площадь в 46 тыс. км², что составляет 7% всей площади Лессового плато. Почти треть сокращения твердого стока Хуанхэ обусловлено резким (на 12%) уменьшением в 80-е годы количества осадков, главным образом в паводочный сезон (июль-август). В ближайшие 50 лет планируется снизить твердый сток Желтой реки до 500 млн. т, однако ее бассейн благодаря своим геологическим и климатическим условиям по-прежнему остается областью гиперэрозии.

В небольшом обзоре невозможно рассмотреть все региональные статьи сборника. Достаточно сказать, что они охватывают не только все континенты (кроме Антарктиды), но и все географические пояса и зоны – от ледниковой до экваториальной. Без преувеличения можно утверждать, что сборник представляет собой очень крупный вклад в изучение глобальных и региональных проблем эрозии и стока наносов; его материалы дают значительный импульс для дальнейшего прогресса исследований. В этом несомненная заслуга Международной комиссии по континентальной эрозии и ее председателя профессора Д. Уоллинга.

Что касается самой конференции в университете г. Эксетер, российские участники отмечают высокий организационный и научный уровень ее проведения и выражают благодарность Британской национальной комиссии по континентальной эрозии, оказавшей необходимое для посещения конференции содействие.

*А.П. Дедков, В.И. Мозжерин,
А.Ю. Сидорин*

Казанский государственный
университет
Московский государственный
университет

Поступила в редакцию
11.IV.1988