

О.П. Ермолаев, К.А. Мальцев, В.В. Мозжерин

Карта стока взвешенных наносов рек Северной Евразии

Картографирование речного стока наносов является одной из наиболее трудных задач в гидрологии и геоморфологии. На сегодняшний день эта задача еще далека от окончательного решения. Главными трудностями являются разреженная сеть постов, ведущих систематические наблюдения за стоком наносов, и, как следствие, необходимость интерполяции величин стока наносов на неизученные речные бассейны, а также сложные соотношения стока наносов с площадью водосбора, требующие осторожного подхода к отбору тех бассейнов, по которым будет строиться карта. Отдельную сложность представляет многочисленность самих показателей, в которых выражается сток наносов и каждый из которых потенциально может использоваться для картографирования. Кроме того, при картографировании необходимо учитывать дискретную природу стока наносов, его резкую изменчивость на границах соседних водосборов, что ограничивает число возможных способов картографического изображения.

Исходными сведениями для составления карты стока взвешенных наносов масштаба 1 : 1 000 000 на территорию северной Евразии (в пределах бывшего СССР) служат материалы долгосрочных наблюдений на более чем 1 000 гидрологических постов и станций сети Росгидромета, собранные по единой методике в течение большей части XX столетия. Сток влекомых наносов не учитывался ввиду исключительной приблизительности его натурального определения. Наблюдениями охвачена преимущественно европейская часть бывшего СССР, на ее долю приходится почти 60 % всего количества гидрологических постов. При обработке исходного массива данных в расчетах использовались средние многолетние величины модулей стока наносов r (норма стока), выраженные в $t/км^2 \cdot год$:

$$r = \frac{R}{S} \cdot 31,5 \cdot 10^3, \quad (1)$$

где R – расход наносов в $кг/с$, S – площадь речного водосбора в $км^2$. Этот показатель позволяет на единых основаниях сравнивать гидрологические характеристики различных по площади бассейнов. Расчет r велся с точностью до двух значащих цифр, что вполне достаточно, учитывая относительно невысокую (около 8 – 10 % [Дедков, Мозжерин, 1984; Сток наносов..., 1977]) точность определения нормы стока взвешенных наносов.

Основная масса постов функционировала в период с 1940 по 1970 гг. Для обработки были оставлены посты, имеющие продолжительность наблюдения за стоком взвешенных наносов не менее 10 лет – срок, достаточный для получения статистически надежной величины нормы. Сама норма стока обнаруживает хорошую устойчивость во времени; таким образом, даже оперируя при построении карты материалами почти полувековой давности, сама карта не утрачивает своей актуальности, поскольку отражает принципиальные закономерности пространственного распределения стока взвешенных наносов.

Для составления карты использованы данные по средним по площади речным бассейнам (10 – 100 тыс. $км^2$), наилучшим образом передающих зональные особенности формирования стока наносов. Можно считать доказанным [Бобровицкая, 1995; Дедков, Мозжерин, 1984; Мозжерин, 1994; Сток наносов, 1977; Шамов, 1959 и др.], что малые водосборы очень чувствительны к местным азональным факторам формирования стока наносов (в первую очередь – орографии и составу горных пород), нетипичным для данного региона. В то же время крупные водосборы, располагающиеся в пределах нескольких природных зон, нивелируют зональные особенности, и объем стока наносов таких рек несвойственен ни одной природной зоне в отдельности.

Нормы стока наносов по отдельным бассейнам (площадь которых находилась в интервале значений от 10 до 100 тыс. $км^2$, а наблюдения за стоком наносов велись не менее чем 10 лет) в последующем усреднялись по территориальным единицам физико-географического (природного) районирования. Сетка такого районирования приведена в капитальных комплексных атласах (Физико-географический..., 1964; Национальный

атлас..., 2008). Бассейн считался принадлежащим одной природно-территориальной единице, если в ней располагалось не менее 75 % его площади. В основу природного районирования положены главнейшие закономерности распределения и развития природных комплексов, определяющиеся широтным и высотным положением на материке и в системе воздушной циркуляции, рельефом и геологическим строением, гидрологическими и почвенно-ландшафтными особенностями, воздействием хозяйственной деятельности и другими причинами, которые выступают условиями (факторами) формирования стока наносов. Иными словами, между бассейнами внутри одного природно-территориальной единицы различия в модулях стока взвешенных наносов считались несущественными, и объектом картографирования выступает средняя величина r зональных рек по ландшафтным выделам.

Анализ карты стока взвешенных наносов рек на территории северной Евразии позволяет сделать следующие выводы. Значительные площади северной Евразии остаются неизученными или слабо изученными по величине стока взвешенных наносов. Сказанное особенно справедливо для Русского Севера, азиатской части России, Казахстана и центральной Азии. В силу того, что до сих пор отсутствуют надежные математико-статистические модели, позволяющие экстраполировать величину стока наносов на неизученные реки [Мозжерин, Мозжерин, 2011], на карте такие районы оставлены нами как белые области.

По величине нормы стока взвешенных наносов все ландшафтные зоны и их секторы можно разделить на 5 групп: I – зоны с очень высокими значениями r (250 и более т/км²·год); II – зоны с высокими значениями r (100 – 250 т/км²·год); III – зоны с умеренными значениями r (50 – 100 т/км²·год); IV – зоны с низкими значениями r (10 – 50 т/км²·год) и V – зоны с очень низкими значениями r (менее 10 т/км²·год). К первым двум группам относятся осевые наиболее приподнятые зоны молодых эпигеосинклинальных (например, Кавказ, Памир) и древних перигеосинклинальных (например, Тянь-Шань и др.) гор. Интенсивность эрозии в бассейнах этой группы целиком контролируется орографическими условиями – абсолютной высотой и крутизной склонов. Потенциальная энергия рельефа и кинетическая энергия водных потоков здесь столь велики, что эти зоны являются областями с самой сильной эрозией (шире – денудацией) и самым большим речным стоком наносов на Земле. К третьей группе относятся средневысотные горы (Карпаты), также выделяющиеся значительным стоком взвешенных наносов, но все меньшим по сравнению с предыдущими горными странами.

На равнинах и в низких горах главными факторами зонального и секторного распределения интенсивности эрозии и стока наносов являются степень хозяйственного освоения и сток воды. Последний является интегральным отражением климатических условий. Зональный характер влияния антропогенного фактора выражается в том, что в силу специфики своих природных условий (климата, почв, растительности) различные географические зоны в неодинаковой степени освоены человеком. Усиление антропогенной освоенности вызывает усиление эрозии и увеличение модулей стока взвешенных наносов. Азональные факторы – рельеф и состав горных пород – на зональное распределение стока взвешенных наносов рек заметного влияния не оказывают.

На равнинах и в низкогорьях северной Евразии области с наибольшим стоком взвешенных наносов приурочены к зонам с давней сельскохозяйственной освоенностью – южная половина Восточно-Европейской равнины, северное подножье Кавказа, горы южной Сибири. Низкие значения r характерны для средних гор Дальнего Востока (Камчатки, Приморья), покрытых сомкнутыми таежными лесами. Самые низкие значения r отмечаются в слабо освоенных таежных ландшафтах – северная часть Восточно-Европейской равнины, большая часть Сибири. При этом зональной особенностью является тенденция снижения величины стока взвешенных наносов вслед за уменьшением стока воды по мере удаления от океанических акваторий вглубь континента.

Ключевой проблемой в деле дальнейшего совершенствования карты стока взвешенных наносов в реках северной Евразии остается расчет вероятных величин r в областях,

неохваченных прямыми гидрологическими наблюдениями. Практически эта проблема может быть решена на семиглобальном или сопоставимом с ним уровне только с использованием математико-статистических моделей эрозии и стока наносов.

Литература

Бобровицкая Н.Н. Водная эрозия на склонах и сток речных наносов. Автореф. дисс. ... д.г.н. СПб: ГГИ, 1995. 58 с.

Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: Изд-во КазГУ, 1984. 264 с.

Мозжерин В.И. Геоморфологический анализ твердого речного стока гумидных равнин умеренного пояса. Автореф. дисс. ... д.г.н. СПб, 1994. 32 с.

Мозжерин В.И., Мозжерин В.В. Мировой сток взвешенных наносов: его геоморфологическая и геоэкологическая интерпретация // Геоморфология, 2011. С. 13 – 24.

Национальный атлас России. Т. 2 «Природа. Экология». М.: ПКО «Картография», 2007. 495 с.

Сток наносов, его изучение и географическое распределение. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 240 с.

Шамов Г.И. Речные наносы. Л.: Гидрометеиздат, 1959. 378 с.

Физико-географический атлас мира / Под ред. И.П. Герасимова. М.: ГУГК, 1964. 298 с.