

# РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Чалов С.Р., Белозерова Е.В., Гладкова М.В.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия

Важнейшей физической характеристикой взвешенных наносов является мутность воды, т.е. содержание твердых частиц в единице объёма воды. Общепринятым методом измерения мутности воды является гравиметрический анализ, который состоит в отборе проб и их последующем фильтровании через бумажные фильтры с известным весом и позволяет получать содержание вещества ( $S$ , г/м<sup>3</sup>). Данная величина используется для вычисления расхода ( $R$ , кг/с) и стока ( $WR$ , кг/год) взвешенных наносов. Трудоемкость процесса подготовки фильтров, фильтрования, сушки и взвешивания фильтров привело к активному развитию косвенных систем измерения мутности. Разработанные в настоящее время методы делятся на дистанционные и наземные. По принципу действия выделяются оптические, к которым относятся как наземные (фотометрия и нефелометрическая турбидиметрия), так и дистанционные технологии, связанные с использованием аэрокосмических снимков; акустические методы, основанные на доплеровском принципе; лазерные методы. Наземные оптические методы основаны на получении значений оптической мутности ( $T$ ), характеризующих интенсивность прохождения светового потока через образец. Дистанционные методы используют влияние содержания взвешенных минеральных частиц, органического материала, биологических субстанций в воде на отраженное излучение, регистрируемое съемочной аппаратурой и характеризующее коэффициентами яркости и отражения ( $P$ ). Акустический метод измерения содержания взвешенных частиц в воде основан на использовании эффекта Доплера, согласно которому частота принятого сигнала ( $B$ ), отражённого от цели, может отличаться от частоты излучённого сигнала; разница зависит от соотношения скоростей объектов относительно друг друга.

Возможность применения косвенных показателей мутности в практике исследования транспорта наносов определяется наличием системы пересчета в весовые единицы  $S$ . Характеристики мутности зависят от размера и формы частиц, их минералогического и петрографического состава, наличия планктона, органики и др. В результате зависимости между величиной мутности  $S$ , выраженной в весовых единицах (г/м<sup>3</sup>), и косвенными показателями ( $T$ ,  $P$ ,  $B$ ) имеют региональный характер и должны устанавливаться для каждого водного объекта индивидуально для разных фаз водного режима. Анализ региональных связей  $S = f(T)$  для 30 рек России позволил выделить 5 групп рек, отличающихся по виду

эмпирических зависимостей: средние и малые реки горных областей; большие равнинные реки лесной зоны ЕТР; средние и малые равнинные реки лесной и лесостепной зоны ЕТР; средние равнинные реки лесной зоны ЕТР в условиях ледостава; малые равнинные реки Нижнего Поволжья (зона полупустынь). При использовании линейной аппроксимации  $S = a(T) + b$  угловой коэффициент  $a$  нелинейно возрастает при увеличении среднего диаметра взвешенных наносов. Региональные закономерности выявляются и при анализе зависимостей  $S=f(P)$ .

Внедрение современных методов измерения наносов открывает новые возможности в практике региональных исследований транспорта взвешенных наносов. Оптические наземные методы охарактеризовали пульсационный режим транспорта наносов временных водотоков, протекающих в пределах лахаровых долин вулканических территорий Камчатки. Массовые измерения мутности показали наличие высокочастотных (15-20 минут) двух-трех кратных колебаний мутности воды. В основном эти колебания совпадают с двухкратными изменениями расходов воды, происходящих за счет сложных фильтрационных процессов, а также водозадерживающих процессов в пределах прорезаемых потоком снежников. На режим мутности оказывают влияние процессы поверхностного смыва при выпадении осадков и снеготаянии. Феномен пульсационных колебаний имеет определяющее значение в оценке суммарного стока наносов рек вулканических территорий.

Дистанционные методы позволили получить карты полей мутности воды на участках рек бассейна р. Селенги и охарактеризовать распределение мутности и расходов взвешенных наносов в водотоках дельты и узлах слияния рек. Исследована структура зон смешения речных вод ниже узлов слияния р. Селенги и ее крупнейших притоков (Орхон, Джида, Хилок, Чикой, Уда) в разные фазы водного режима. Обнаружен гидродинамический эффект разветвленных русел, связанный с замедлением перемешивания водных масс и удлинением зон смешения. Показаны количественные характеристики маргинального эффекта дельты Селенги, в частности продольное уменьшение мутности речных вод в 2-3 раза и осаждение более 50% от суммарного стока взвешенных наносов, поступающего к вершине дельты.

Акустические методы, основанные на применении доплеровских профилографов ADCP, обеспечивают получение данных, характеризующих распределение взвешенных частиц в поперечном сечении русла. На примере рек бассейна Оки, Селенги и Оби показаны закономерности изменения эпюр вертикального распределения мутности по глубине потока и их сопоставление с теоретическими вертикальными профилями А.В. Карашева, В.М.

Маккаеева и М.А. Великанова – Х. Рауза. Выявлены закономерности изменения вертикального распределения мутности в зависимости от направленности развития русла (эрозия-аккумуляция) и состава взвешенных наносов.