

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 911.2

Н.И. Алексеевский¹, Е.В. Белозерова², Н.С. Касимов³, С.Р. Чалов⁴ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ В БАССЕЙНЕ СЕЛЕНГИ В ПЕРИОД ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ⁵

Приводятся результаты экспедиционных измерений взвешенных наносов в пределах бассейна р. Селенга (в Монголии и России), выполненных в июле—августе 2011 г. Анализируется пространственная изменчивость мутности воды, гранулометрического состава и доли органического материала в составе взвеси, а также суточного расхода взвешенных наносов. Уменьшение среднего диаметра и содержания органического вещества отмечено для рек, испытывающих влияние горнодобывающей промышленности. Среднесуточная сезонная аккумуляция взвеси в летний паводочный период на участке р. Селенга между устьем р. Хилон и дельтой составляет 2445 т взвешенных наносов. Основную долю стока взвешенных наносов формируют илстые фракции (0,001—0,05 мм).

Ключевые слова: взвешенные наносы, Селенга, дождевые паводки.

Введение. Содержание взвешенных минеральных частиц в речных водах сложным образом зависит от интенсивности склоновой и овражной эрозии в бассейнах водных объектов, гидравлических условий транспортировки наносов по длине речных систем. Эти факторы и процессы определяют величину поступления смытого материала в первичные звенья речных систем и возможность его перемещения из зон формирования на участки временного или систематического накопления. Дополнительно влияет на указанные процессы хозяйственная деятельность, в результате которой изменяются как поступление наносов в речную сеть, так и условия их транспортировки по длине водотоков. Специфика этих процессов достаточно хорошо изучена в теоретическом отношении для периодов, существенно превышающих 1 год [1, 5]. При наличии данных о поступлении минеральных частиц к участку реки (W_1) и их удалении за пределы рассматриваемого участка (W_2) результирующая баланса наносов составляет

$$\Delta W = W_2 - W_1. \quad (1)$$

Анализ величины и знака результирующей баланса позволяет определить причины ее формирования, оценить генетическую роль процессов, которые

влияют на пространственную изменчивость стока наносов в многолетнем масштабе времени.

В теоретическом отношении хорошо изучены и “быстрые” изменения мутности на участках рек [5]. Изменение мутности (s) по трем пространственным координатам (x, y, z) и во времени (t) описывается уравнением, следующим из диффузионной теории транспортировки взвешенных частиц.

Закономерности этих “быстрых” процессов относительно слабо изучены на конкретных участках рек. Особенно мало данных, характеризующих изменчивость мутности крупных рек в период паводков. Проведенное нами исследование мутности речных вод в бассейне Селенги (летние паводки в июле—августе 2011 г.) позволяет выявить некоторые закономерности.

Постановка проблемы. Бассейн Селенги занимает площадь 447 000 км², расположен на территории Монголии (67%) и Российской Федерации (33%) (рис. 1). Река начинается от слияния рек Идэр и Дэлгэр-Мурэн и через 1024 км впадает в оз. Байкал. Это крупнейший приток озера, который ежегодно поставляет в Байкал около 30 км³/год воды (около 60% общего приходной части водного баланса Байкала) [3]. Около 46% годового стока формируется в пределах монголь-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, заведующий кафедрой, профессор; *e-mail*: n_alex50@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, аспирант; *e-mail*: ekv.belozerova@gmail.com

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, заведующий кафедрой, академик РАН; *e-mail*: secretary@geogr.msu.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, научный сотрудник, канд. геогр. н.; *e-mail*: srchalov@rambler.ru

⁵ Работа выполнена в рамках проведения российско-монгольской биологической экспедиции СРМКБЭ РАН и АНМ, при частичной финансовой поддержке проекта ФЦП (“Разработка научно-методических основ мониторинга и прогнозирования состояния бассейна р. Селенга с целью контроля трансграничного переноса загрязняющих веществ...”, проект № 11.519.11.5008), Русского географического общества (проект № 14/06/2012), гранта Президента для поддержки исследований под руководством молодых ученых (МК-2857.2012.5) и РФФИ (проект № 12-05-00069).



Рис. 1. Водосбор р. Селенга и изменение фактической (1) в июле—августе 2011 г. и (2) средней мутности воды [4]; 3 — государственная граница Российской Федерации; 4 — граница бассейна р. Селенга; 5 — гидрометрические посты с измерением мутности воды

ской части бассейна Селенги. Речная сеть в ее бассейне имеет древовидный рисунок, ее крупнейшие притоки — Эгейн-Гол, Джида, Темник (левобережные), Орхон, Чикой, Хилок, Уда (правобережные).

Наблюдения за стоком воды стационарно проводятся на 18 гидрологических постах в Монголии и на 58 постах в России. Замыкающий гидрологический пост расположен в вершине дельты Селенги (разъезд Мостовой), в 115 км от озера. Систематические наблюдения за характеристиками стока взвешенных наносов осуществляются на более редкой сети пунктов мониторинга. На монгольской территории бассейна их всего 6, наблюдения на них проводятся в отдельные годы. За последние 30 лет синхронные измерения расходов взвешенных наносов проводились на реках Туул, Орхон, Селенга, Хара, Эроо и Эгейн-Гол [11]. В пределах российской части бассейна характеристики стока наносов систематически определяются на 4 реках и в 12 створах.

На карте средней мутности воды [4] зоны максимальных значений мутности (100—250 и более $г/м^3$) захватывают среднюю и нижнюю части бассейнов рек Орхон и Туул, нижнее течение Селенги и бассейны ее российских притоков. Минимальные значения средней мутности ($<50 г/м^3$) приурочены к верхнему течению рек Орхон и Селенга, к восточной (правобережной) части нижнего течения Селенги. На водосборе оз. Хубсугул величина средней мутности не превышает $25 г/м^3$. В общем случае мутность воды возрастает при переходе от малых к крупным рекам.

Селенга в среднем выносит в Байкал 1,733 млн т/год взвешенных наносов, что соответствует среднегодовому расходу $55 кг/с$ (1941—2008 гг., разъезд Мостовой). Сток наносов изменяется во времени. Если в 1941—1982 гг. он составлял $67,5 кг/с$, то в 1982—2008 гг. уменьшился до $34,9 кг/с$ [8]. Это обусловлено умень-

шением интенсивности поверхностного смыва на фоне деградации сельского хозяйства в российской части бассейна реки. Площадь земель, используемых под пашню в Бурятии, сократилась на 84%, под пастбища — на 2,6% [9]. В верхней части бассейна сток речных наносов, наоборот, в последние десятилетия возрос [11]. Это связано с активизацией горнодобывающих работ в Монголии. На притоках Селенги расположены крупные центры по добыче и переработке угля, золота, медно-молибденовых и молибденово-вольфрамовых руд. Наиболее интенсивно они работают в бассейне р. Орхон.

Материалы и методы исследования. В период с 23.07.2011 по 20.08.2011 массовые измерения расхода, мутности воды, гранулометрического состава взвешенных наносов в бассейне Селенги выполнила экспедиция МГУ. Измерения сделаны в сезон выпадения интенсивных дождей, вызвавших формирование паводка в верхнем течении Селенги (23.07—06.08.2011) (рис. 2). После их завершения началась фаза относительно пониженного стока (06.08—20.08.2011). Работы в бассейне Орхона пришлось на максимум паводка, который начался 29.07 и завершился 06.08.2011. На рр. Селенга, Темник, Джида, Уда, Чикой, Туул (крупнейший приток Орхона) работы проводились на спаде волны паводка. На нижнем участке Селенги (пост Улан-Удэ) уровень воды в тот период практически не изменялся ($495,0—495,2 м абс.$) вследствие трансформации волны паводка при ее перемещении к устью реки [10].

Полевые работы проведены в 84 створах на участках 19 рек (рис. 1). В каждом из них измерена мутность воды, для изучения гранулометрического состава наносов отобрано 76 проб (29 — на территории Монголии, 47 — на реках российской части бассейна). В 30 створах рек измерен расход воды.

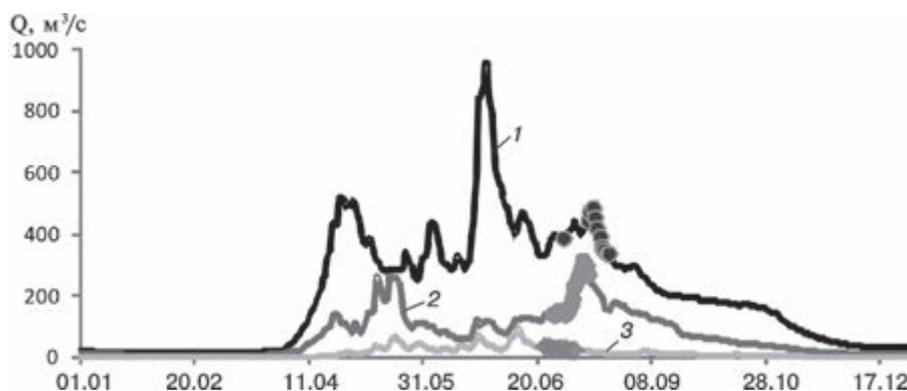


Рис. 2. Совмещенные гидрографы рек Селенга (Зун-Бурэн, 1), Орхон (Сухэ-Батор, 2), Туул (Улан-Батор, 3) и даты проведения экспедиционных исследований

Интегральные пробы воды отбирали на стрежне потока с помощью батометра-бутылки. Объем проб воды выбирали в соответствии с необходимостью получения на фильтре навески массой не менее 0,1 г [7]. Фильтрацию производили с помощью системы “Millipore”. Использовались мембранные фильтры “Millipore” с диаметром 4,7 см и размером пор 0,45 мкм. Чистые фильтры высушивали при температуре 105 °С в сушильном шкафу в течение 2 ч. Фильтры с навеской находились в сушильном шкафу при той же температуре 3 ч. Массу навески определяли с помощью электронных аналитических весов с точностью до 0,0001 г.

Для контрольных створов параллельно с прямым (весовым) методом определения содержания в воде взвешенных частиц использован оптический способ — с помощью фотомутномера “НАСН” 2100Р, оценивающего количество взвешенных частиц в воде по интенсивности рассеивания света в пробе. Сопоставление значений оптической мутности (T), НТУ и фактической мутности (s , г/м³) позволило установить соответствие между этими переменными для разных рек бассейна. В общем случае зависимость $s = f(T)$ имеет линейный характер:

$$s = aT + b.$$

Угловой коэффициент a и свободный член этой зависимости b для рек Туул, Орхон, Селенга, Хаара равны 0,52; 1,06; 1,18; 1,78 и 49,2; 45,0; 1,22; 6,48 соответственно (при значениях коэффициента корреляции 0,88; 0,99; 0,93; 0,92). Величины этих коэффициентов изменяются в зависимости от крупности взвешенных частиц, содержания органического материала в воде и других факторов.

В пробах, отобранных на монгольской территории (реки Туул, Орхон, Хара, Эроо, Селенга), определяли содержание в воде частиц разного размера с помощью лазерного гранулометра “Fritsch Analysette 22”. Концентрацию органического вещества во взвеси (ORG, %) находили по разнице массы взвеси до и после ее пребывания в муфельной печи при температуре 400 °С. Образцы предварительно обрабатывали концентрированной соляной кислотой для удаления карбонатов.

Расходы взвешенных наносов (R) в поперечном сечении русла определяли в зависимости от величины расхода (Q) и средней мутности воды (s):

$$R = Qs.$$

В устьевых створах притоков Селенги, в которых расходы воды не измеряли (реки Джида, Темник, Чикой, Хилок, Уда), величину R находили по площади бассейна рек (F), модулю стока воды в вершине дельты Селенги ($M_Q = 1,04$ л/(с·км²) и $Q = 465$ м³/с, 12.08.2011), измеренной величине мутности воды (s). Суточный сток взвешенных наносов оценивали по формуле

$$W_R = 86\,400R.$$

Данные за период экспедиции сопоставлены с результатами измерений суточного стока наносов, полученными для рек бассейна Селенги в период дождевых паводков. Кроме того, сопоставлялись данные, полученные для фазы пониженной водности реки (после 06.08.2012). Это позволило оценить изменение стока наносов для участков Селенги между устьями крупнейших притоков, а также для Орхона (ниже впадения р. Туул) в соответствии с уравнением (1). Минимальные суточные значения W_R (1,34–3,74 т) в 2011 г. были характерны для малых рек. При увеличении размера рек величина W_R закономерно возрастала. В верхнем течении р. Орхон (выше устья р. Тамир) суточный сток взвешенных наносов в начале периода спада паводка составлял 6300 т, а на его пике — 48 000 т. На участке пересечения российско-монгольской границы сток взвешенных наносов Селенги был гораздо меньше (около 2220 т). Результирующая баланса ΔW (почти 4000 т) характеризует масштаб переотложения взвешенных частиц на пути водного потока от верхнего к среднему и нижнему участкам реки.

Данные 2011 г. заметно отличаются от оценок стока взвешенных наносов, полученных на стационарной сети наблюдений [2, 4, 6, 8]. Хотя измерения проводились при больших расходах воды по сравнению с предшествующими экспедиционными исследованиями, измеренные расходы взвешенных наносов оказались меньше и по сравнению с данными работы [11], также полученными для периода повышенного

летнего стока. В июле—августе суточные значения расхода наносов р. Туул (район г. Улан-Батор) в 1959 и 1961 гг. были в среднем в 4 раза больше по сравнению с данными измерений 2011 г. и в 3 раза больше для р. Селенга (вершина дельты). Измеренный суточный сток наносов в нижнем течении реки оказался меньше примерно в 10 раз по сравнению с данными, приведенными в работе [8]. Для малых рек эти отличия еще больше, поскольку выпадение интенсивных осадков вызывает нелинейное увеличение мутности речных вод, причем тем сильнее, чем меньше размер реки. В устье р. Хаара измеренные значения расхода наносов в период летних паводков 1934—1935 гг. [6] превышали данные 2011 г. в 17 раз, а в р. Ероо — в 61 раз.

Результаты исследований и их обсуждение. Мутность воды в произвольном створе речной сети в значительной мере определена интенсивностью смыва с поверхности водосборов. Поэтому ее максимальные значения соответствуют формированию дождевых паводков в горной части бассейна Селенги. Выпадение ливневых осадков в конце июля 2011 г. привело к подъему уровня воды и значительному увеличению ее мутности. За период полевых исследований (июль—август 2011 г.) мутность воды на реках бассейна Селенги изменялась от 1,43 (р. Джиды) до 2850 г/м³ (р. Орхон, г. Хархорин) (рис. 1). В монгольской части бассейна средняя измеренная мутность составила 270 г/м³, в российской части — 19,0 г/м³. Максимальные их значения были равны 2850 (р. Орхон, г. Хархорин) и 70,5 г/м³ (дельта Селенги, с. Мурзино). Почти в 70% случаев мутность воды в монгольских реках была больше 50 г/м³, а в 43% случаев — больше 100 г/м³.

Мутность воды по длине верхней Селенги уменьшается от 114 до 28,6 г/м³. От устья р. Орхон содержание в воде взвешенных частиц в Селенге возрастает и достигает 45 г/м³ ниже устья р. Джиды. На российском участке Селенги происходит уменьшение мутности воды. В вершине дельты она составляет около 14 г/м³, т.е. при увеличении площади водосбора на 28% мутность воды уменьшается на 26%. В устьевой области реки она уменьшается (до 6 г/м³) или возрастает (до 70 г/м³) в зависимости от тенденций развития дельтовых водотоков.

Сильнейшее воздействие на мутность малых рек в бассейне Селенги оказывают урбанизация и горные работы. В пределах Улан-Батора мутность воды р. Туул, например, увеличивается (с 1,68 до 8,36 г/м³) на 500% по сравнению с фоновым содержанием в воде взвешенных частиц. Постепенное увеличение мутности сменяется быстрым — почти на 300% (с 84,2 до 289 г/м³) ниже золоторудного месторождения Заамар. К устью мутность воды в р. Туул снижается на 150% за счет аккумуляции части взвешенных наносов в русле реки. Разработка золоторудного месторождения в долине р. Бороо вызывает увеличение мутности на 164% (с 39,2 до 64,2 г/м³). По длине р. Хангалын, в долине которой разрабатывается медно-кобальтовое месторождение и находится г. Эрдэнэт, сброс производственных и иных сточных вод приводит к увеличению со-

держания в воде взвешенных веществ до 113 г/м³, а ниже плотины хвостохранилища — до 266 г/м³.

Поступление сточных вод с территории крупнейшего промышленного узла Бурятии — г. Закаменск — сопровождается увеличением мутности воды в р. Модынкуль почти на 700% (с 3—5 до 20 г/м³). При впадении Модынкуля в Джиду мутность объединенного потока возрастает, а затем уменьшается под влиянием процессов самоочищения и разбавления до фоновых значений (3 г/м³).

Анализ гранулометрического состава взвешенных наносов — эффективное средство изучения генезиса взвешенных наносов. Частицы с диаметром $d_i \leq 0,05$ мм считаются фракциями бассейнового происхождения, а частицы с $d_i > 0,05$ мм — фракциями руслового генезиса [1]. Увеличение крупности взвешенных наносов соответствует повышению доли русловых фракций, обусловленному процессами русловой эрозии. Поступление мелких бассейновых частиц связано с поверхностным смывом, сельскохозяйственной эрозией почв, ускоренной эрозией поверхности отвалов пустых пород, характерных для работы горнодобывающих предприятий, стоком с селитебных территорий и сточными водами.

В среднем в бассейне Селенги средний диаметр взвешенных наносов (d) равен 0,039 мм. Минимальная величина d характерна для нижнего течения р. Орхон (0,016 мм), наибольшие значения — для рек Орхон (г. Хархорин, $d = 0,124$ мм), Селенга (среднее течение, $d = 0,112$ мм). Максимальные значения среднего диаметра наносов определены для рек слабо освоенных территорий (р. Старый Орхон, $d = 0,108$ мм).

В период межени более 50% взвеси р. Орхон формируют фракции 0,01—0,05 мм и более 95% — фракции с диаметром 0,001—0,05 мм. На максимуме паводков содержание самых мелких фракций (<0,001 мм) возрастает с 5 до 20%. На спаде паводка их доля увеличивается до 30%. Более 60% взвеси формируют минеральные частицы с диаметром более 0,1 мм; в составе взвеси практически отсутствует фракция 0,01—0,05 мм. Увеличение доли тонкодисперсных фракций на пике паводка связано со смывом частиц с поверхности отвалов горных пород. Значительная часть поверхности бассейна преобразована в ходе открытых разработок месторождений золота (сельскохозяйственные земли практически отсутствуют). Значительное содержание в воде русловых фракций ($d > 0,05$ мм) на спаде паводка объясняется размывом русловых отложений и утратой устойчивости береговыми уступами при понижении уровней воды.

Наименьший средний диаметр взвешенных частиц характерен для р. Туул ($d = 0,028$ мм). В верхнем течении этой реки расположен г. Улан-Батор, а в нижнем — крупное месторождение золота Заамар. В бассейне р. Бороо, для которого интенсивная добыча золота примерно на 10% площади бассейна сочетается с сельскохозяйственным освоением более 70% площади, средняя крупность взвешенных частиц лишь немного

больше (0,029 мм). В целом же по бассейну Селенги в составе взвеси абсолютно преобладают частицы бассейнового генезиса с диаметром $< 0,0005$ мм. Их содержание достоверно связано с мутностью воды ($r = 0,79$) и оптической мутностью ($r = 0,76$).

Количество органического материала в составе взвешенных частиц связано с типом и интенсивностью хозяйственной деятельности в бассейне реки. В среднем в бассейне в летний паводочный период доля органического вещества во взвеси составляет 6,75%. Она близко соответствует содержанию органического материала в водах Селенги и Орхона (5,67 и 6,14% соответственно). Содержание органических соединений в водах средних и малых рек составляет: Хангалын — 16,3%, Тамир — 11, Эгейн-Гол — 8,40%. Изменение содержания органического вещества в воде зависит от размера реки, влияния смыва почв на состояние малых водотоков, их небольшой глубины и скорости, что способствует более интенсивному прогреванию воды и развитию микроорганизмов. Минимальное содержание органических соединений во взвеси свойственно водам р. Туул (в среднем 2,13%) и р. Бороо (0,92%) и характерно для рек, испытывающих влияние горнодобывающей промышленности. Для них основная доля поступающих в реки органических материалов связана со смывом минеральных частиц

с участков производства горных работ. Ниже участка золотодобычи Заамар (р. Туул) содержание органического вещества в составе взвеси составляет 1%, а ниже места разработки месторождения золота Бороо-Гол (р. Бороо) — 0,92%.

Внутрисезонные отличия стока определяют большую пространственную неоднородность характеристик стока наносов, связанную с изменчивостью расходов воды и синоптических условий по длине рек. По длине среднего течения р. Орхон величина W_R уменьшалась в 5 раз (с 48 000 т/сут (29.07) на верхней границе до 3210 т/сут (06.08) выше устья р. Туул). Указанные отличия обусловлены стоковым механизмом снижения мутности и расхода воды, а также аккумуляцией части наносов на равнинном участке этой реки.

Для оценки величины результирующей баланса наносов можно использовать данные после 6 августа, которые соответствуют относительно пониженной водности рек (на спаде паводка), примерно однородным условиям формирования стока (рис. 2). Стабильность уровней воды в нижнем течении р. Селенга в этот период времени позволяет обобщать данные о суточных величинах стока взвешенных наносов для участка р. Селенга от узла слияния рек Туул и Орхон до вершины дельты реки.

Из сравнения величины стока наносов W_R (рис. 3) следует, что для большинства участков речной сети характерны процессы аккумуляции взвешенных частиц ($\Delta W < 0$). Для р. Орхон (ниже устья р. Туул) с учетом боковой приточности (р. Эроо, $W_R = 26,3$ и р. Хара, $W_R = 42$) величина ΔW составляет 1145 т. Сток взвешенных наносов Селенги ниже устья р. Орхон равен 2515 т, что соответствует средним условиям поступления взвешенных наносов к границе между Россией и Монголией. Ниже впадения рек Джиды, Темник и Чикой ($W_R = 240, 60$ и 475 т соответственно) и в 17 км выше устья р. Хилок средний суточный сток наносов уменьшается до 840 т. Следовательно, на верхнем отрезке российского участка Селенги длиной 150 км результирующая баланса соответствует среднесуточной сезонной аккумуляции 2445 т взвешенных наносов. На спаде фазы повышенной водности реки здесь удельная интенсивность перехода взвеси в состав речных отложений составляет $16,3$ кг/(м·сут). Ниже по течению сток взвешенных наносов возрастает на 89% за счет стока взвешенных наносов р. Хилок (395 т) и р. Уда (360 т). К вершине дельты он почти не изменяется (уменьшается на 2%).

Для рек в пределах Монголии основную долю стока взвешенных наносов формируют илистые фракции (0,001–0,05 мм), доля которых достигает 93%. На участках аккумуляции минеральных частиц уменьшение стока наносов связано с осаждением именно этой фракции взвеси. В нижнем течении р. Орхон ($L = 165$ км), например, уменьшение стока наносов связано со средней суточной аккумуляцией 848 т илистых частиц и 300 т глинистых фракций. При этом во взвеси их доля сохранилась неизменной (около 76%).



Рис. 3. Изменение среднесуточного (6–18 августа 2011 г.) стока взвешенных наносов в бассейне Селенги, т

Сток русловых фракций при этом возрос на 37 т, а глинистых — уменьшился примерно на 300 т.

Вклад русловых фракций в сток наносов возрастает при увеличении размера реки. В водах Селенги выше устья р. Орхон во взвеси в период спада паводка перемещалось 302 т песчаных частиц, или 26% стока наносов. В нижнем течении реки, испытывающей мощное и совместное влияние крупнейших промышленных центров Монголии и России, доля частиц бассейнового генезиса ($d < 0,001$ мм) равна 14,3% от стока взвешенных наносов (352 т/сут), следовательно, доля русловых частиц возросла до 85,7%.

Выводы:

— в период прохождения летних паводков сток взвешенных наносов Селенги и ее притоков формируется за счет эрозии на водосборах и в руслах рек, а также в результате горных работ и поступления сточных вод с селитебных территорий. Основная часть стока наносов формируется в период прохождения дождей паводков и в пределах горной части бассейна;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеевский Н.И. Формирование и движение речных наносов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. 202 с.

Власова Л.К. Речные наносы бассейна озера Байкал. Новосибирск: Наука, 1983. 136 с.

Гармаев Е.Ж., Христофоров А.В. Водные ресурсы рек бассейна озера Байкал: основы их использования и охраны. Новосибирск: ГЕО, 2010. 227 с.

Гидрологический режим рек бассейна р. Селенги и методы его расчета. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 236 с.

Караушев А.В. Теория и методы расчета речных наносов. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 272 с.

Кузнецов Н.Т. Основные закономерности режима рек Монгольской Народной Республики. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 104 с.

Мутность воды. Методика выполнения измерений РД 52.08.104-2002.

— пространственная изменчивость расходов наносов по длине речной сети зависит от колебаний стока воды и мутности. Для условий спада многоводной фазы водного режима увеличение площади водосбора почти на 30% приводит к уменьшению стока взвешенных наносов на 26%;

— роль русловой эрозии в формировании стока взвешенных наносов возрастает на крупных реках, а также в период прохождения паводков. В верховьях реки и на малых притоках основную роль играет смыв с поверхности бассейна. При наличии в их долинах участков разработки полезных ископаемых фоновая мутность может возрастать на 400% в период максимальных расходов воды и на 270% на их спаде;

— содержание органического материала во взвеси увеличивается при возрастании площади сельскохозяйственных угодий в бассейнах рек и снижается в условиях расширения масштабов горнодобывающих работ. В среднем по бассейну она составляет 6,75%, возрастая до 16,3% для малых рек с большой антропогенной нагрузкой на водосбор.

Потемкина Т.Г. Тенденции формирования стока наносов основных притоков озера Байкал в XX и начале XXI столетия // Метеорология и гидрология. 2011. № 12. С. 63—71.

Тулохонов А.К. Байкальский регион. Проблемы устойчивого развития. Новосибирск: Наука, 1996. 208 с.

Электронный ресурс “ФГУП Центр Российского регистра гидротехнических сооружений и государственного водного кадастра”. URL: www.waterinfo.ru (дата обращения: 10.11.2012).

Stubblefield A., Chandra S., Eagan S. et al. Impacts of gold mining and land use alterations on the water quality of Central Mongolian Rivers // Integrated Environ. Assessment and Management. 2005. Vol. 1, N 4. P. 365—373.

Поступила в редакцию
22.11.2012

N.I. Alexeevsky, E.V. Belozerova, N.S. Kasimov, S.R. Chalov

SPATIAL VARIABILITY OF THE SEDIMENT RUNOFF PARAMETERS IN THE SELENGA RIVER BASIN DURING RAINFALL FLOODS

The results of field measurements of suspended matter within the Selenga River basin (in Mongolia and Russia) during July—August 2011 are discussed. Spatial variability of water turbidity, grain texture and percentage of organic matter in suspended matter, and daily discharge of suspended matter is analyzed. Smaller average diameter of suspended particles and lower percentage of organic matter is typical of rivers affected by mining enterprises. During the summer flood period average daily accumulation of suspended matter within the Selenga River segment from the Khilok River mouth downstream to the delta is 2445 t. The discharge of suspended matter is predominately silty (particles from 0,001 to 0,05 mm).

Key words: suspended matter, Selenga River, rainfall floods.