

УДК 556.535.6

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТВЕРДОГО СТОКА РЕК  
СЕВЕРНОГО СКЛОНА ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ**

Э.А. Турсунов

*Проанализировано распределение мутности по месяцам для горных рек за многолетний период. Проведено сглаживание гидрографов твердого стока, что позволило разделить объемы твердого стока на аллювиальную и селевую составляющие. Подсчитаны среднемноголетние значения расходов наносов, учитывающие естественный сток рек.*

Район Заилийского Алатау достаточно хорошо изучен с гидрометеорологической точки зрения. Реки данного региона по типу питания являются ледниковыми, поэтому максимальные значения жидкого стока приходятся на летние, наиболее жаркие месяцы. Эти реки протекают через густозаселенную территорию, их воды широко используются в хозяйственных и ирригационных целях, на них расположены разного рода гидротехнические сооружения. Последние проектируются с расчетом на пропуск максимального жидкого стока различной обеспеченности в зависимости от целей и срока эксплуатации. На практике немало сооружений, которые проектируются на пропуск твердого стока. При этом руководствуются среднемноголетними значениями твердого стока, определяемыми путем нахождения среднего арифметического из числа измерений за определенный период. Такой подход, справедливый для равнинных рек, при применении его к горным рекам дает, как правило, завышенные результаты. Это обусловлено тем, что наблюдаемые на горных реках селевые явления могут давать значения расходов наносов во много раз большие, чем наблюдаемые на этих же реках за остальной промежуток времени. Представляется полезным провести количественную оценку стока наносов, приходящихся на эти явления, и, соответственно, определить сток наносов в естественном режиме рек.

Для этих целей, используя натурные данные [3], строим графики распределения твердого стока по месяцам для каждого отдельного года. Затем, путем отсечения явно экстремальных величин, строим сглаженный

гидрограф твердого стока и сравниваем его с гидрографами, построенными по фактическим данным. Для анализа внутригодового распределения стока наносов строились совместные графики мутности и расхода воды, для количественной же оценки графики строились по значениям расходов наносов. Рассмотрим характерные случаи наблюдаемой среднемесячной мутности потока (рис.1).

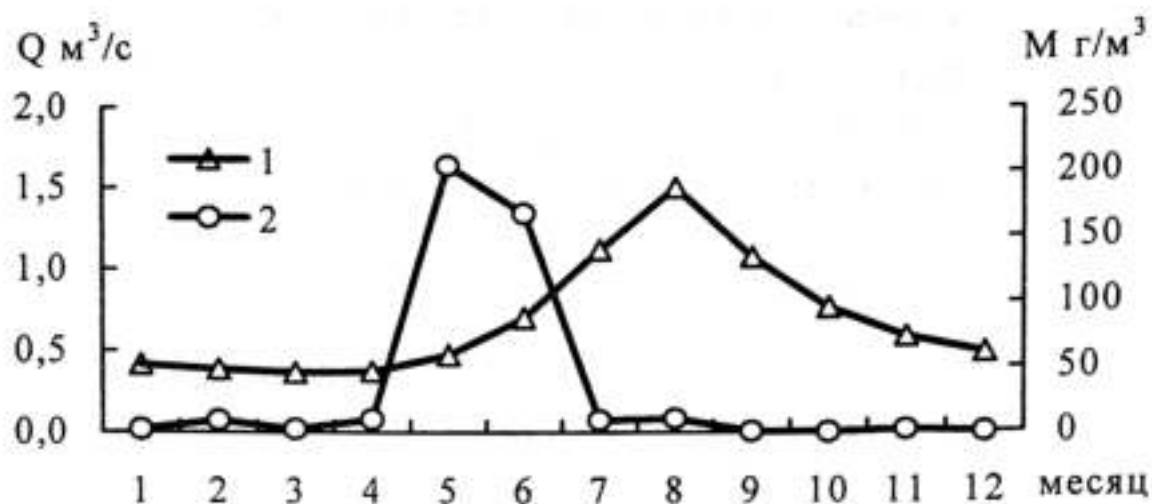


Рис.1. Р. Кумбель – устье, 1962 г.; 1 - расход воды, 2 - мутность.

На рис.1 представлена мутность потока, максимальные значения которой приходятся на конец мая - начало июня, в то время как максимальные расходы воды приходятся на июль месяц. Нетрудно видеть, что значительное повышение мутности, приходящееся на ветвь подъема расходов воды в весенний период, вызвано таянием снега в горных долинах. С одной стороны, такая повышенная мутность может быть вызвана процессами эрозии освободившихся от снега склонов [4], с другой стороны, различными русловыми процессами [2]. Какая из этих причин является доминирующей можно ответить при более подробном рассмотрении природных явлений, происходящих в бассейнах этих рек.

Следует отметить, что картина, наблюдаемая на рис.1, является типичной для рек рассматриваемого региона. Соответственно, можно утверждать, что описываемые выше процессы, обуславливающие сток твердых наносов, носят периодический характер и являются для этих рек наиболее часто наблюдаемыми в естественном режиме.

Наряду с реками, режим стока наносов которых описывается первым графиком, существуют реки, на которых за рассматриваемый период значения мутности находятся в прямой зависимости от расходов воды. Рис. 2, описывающий эти значения, является характерным для рек, на которых за рассматриваемый период селевых явлений не происходило. Для

этих рек характерны незначительные значения мутности в период межени. Следовательно, можно сделать вывод об отсутствии в эти периоды русловых процессов или на них наблюдаются явления, способствующие осветлению потока. Такая картина является характерной для реки Иссык, при вытекании её из озера Иссык, и для реки Большая Алматинка - ниже озера Большое Алматинское. Для этих рек можно говорить о перехвате образующихся наносов расположенными выше озерами. Наряду с этим, рис. 2 также характерен для условий, при которых наблюдаются селевые явления, происходящие на реках. В этом случае прямая зависимость мутности от расходов воды вызвана непосредственно селевым явлением, при котором резкое увеличение водности потока активизирует русловые процессы и, как следствие, повышенный сток твердых наносов.

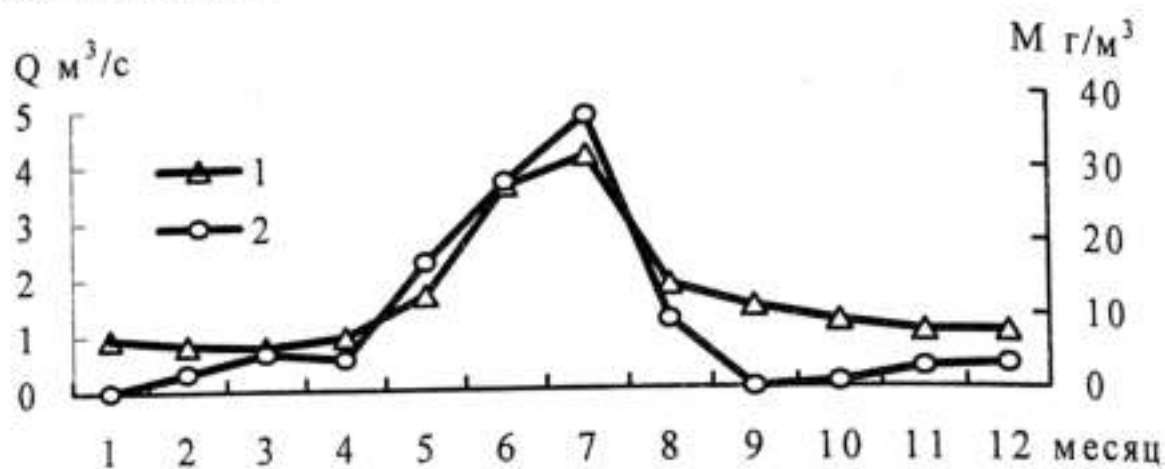


Рис.2. Р. Проходная – устье, 1964 г.; 1 - расход воды, 2 – мутность.

По сравнению с природными процессами, отображенными на рисунках 1 и 2, можно наблюдать максимальную мутность потока, которая не совпадает с максимальными значениями расходов воды, а приходится на более поздний период. Так, на реке Большая Алматинка в августе 1958 года в результате продолжительных и интенсивных осадков, выпавших на верхнюю часть водосбора, наблюдался селевой поток пришедшийся на ветвь спада весенне - летнего половодья. Осадки, выпавшие в этот период, вызвали повышение расходов воды в реке меньшее, чем максимальные расходы воды, наблюдаемые в июле того же года. Следует отметить, что такая картина, в рассматриваемых нами периодах по различным рекам, встречается достаточно редко и совпадает с происходящими на этих реках селевыми явлениями, причем причины возникновения селей могут быть самыми различными.

Проведенный здесь анализ распределения мутности и расходов воды в течение года помогает решению задачи по разделению твердого сто-

ка на аллювиальную и селевую составляющие. Для этой цели строим гидрографы твердого стока рек по среднемноголетним месячным значениям. Затем, путем отсечения явно экстремальных значений, строим сглаженные гидрографы, использование которых позволяет разделить твердый сток наносов на аллювиальные и селевые составляющие.

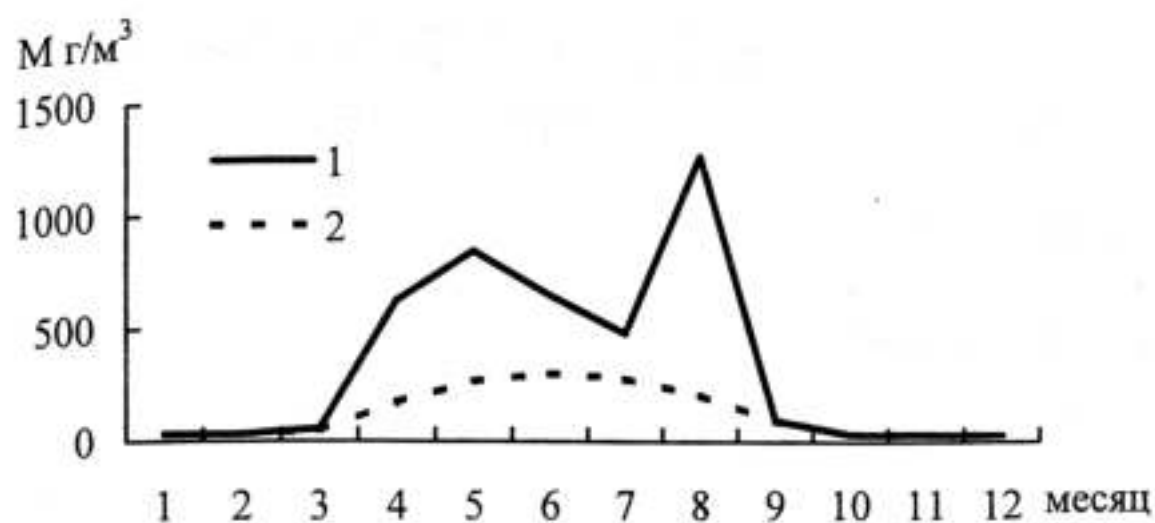


Рис. 3. р. Малая Алматинка - выше устья р. Комиссаровка;  
1 - фактическая мутность воды, 2 - сглаженная мутность.

Для решения этой задачи строим совмещенные графики фактической и сглаженной мутности (рис 3). На рассматриваемой здесь, для примера реки Малая Алматинка – выше устья реки Комиссаровки, среднегодовой сток наносов по фактическим данным составил 16,9 тыс. т. При подсчете стока наносов по сглаженному гидрографу мы получаем значение 7,7 тыс. т. Соответственно, количество наносов, выносимых в результате селевых явлений, составило 54 % от всего стока за многолетний период. Рассмотренные таким же образом соотношения между значениями стока наносов, вычисленными простым осреднением, со значениями, полученными с использованием сглаженного гидрографа для остальных рек, дают следующие результаты. В приведенной таблице показаны значения стока наносов за определенные периоды по различным рекам. В графе фактический сток наносов показаны значения, определенные по натурным данным. Полученные объемы стока для рассматриваемых рек учитывают в данном случае весь сток, как образовавшийся в результате естественных режимов рек, так и образовавшийся в результате селевых явлений, зафиксированных на этих реках. В графе «сглаженный сток наносов» учитывался объем наносов аллювиального происхождения. Такой подход позволяет

количественно охарактеризовать объемы твердого стока аллювиального и селевого происхождения.

Соотношение аллювиальных и селевых среднесеколетних значений стока наносов на различных реках

Таблица

Река-пункт	Фактический	Сглаженный	Аллювиаль	Селевой
	сток наносов, тыс. т	сток наносов, тыс. т	ный сток, %	сток, %
М. Алматинка – Туюксу	6,9	2,8	59	41
М. Алматинка – выше устья р. Комиссаровки	16,9	7,7	54	46
М. Алматинка – ниже устья р. Сарысай	3,1	2,2	29	71
М. Алматинка – г. Алматы	25,4	12,9	49	51
Б. Алматинка – 2 км выше оз. Б. Алматинское	4,7	2,9	38	62
Б. Алматинка – выше устья р. Проходной	7,1	3,8	46	54
Б. Алматинка – 2 км ниже устья р. Тересбутак	23,2	17,3	25	75
Каскелен - г. Каскелен	25,4	13	49	51
Тересбутак – устье	1,0	0,4	40	60
Тургень - п. Таутургень	33	24,9	24	76

Из приведенных в таблице значений видно, что для горных рек сток наносов, вызванный селевой деятельностью, может превышать 50 % от всего стока за многолетний период. Так, например, для реки Каскелен объем наносов, вынесенный в результате селевой деятельности этой реки в 1949 и 1950 году, составил более половины всего стока, зафиксированного на этой реке за 65 лет наблюдений. Вполне естественно, что среднесеколетние значения расходов наносов, вычисленные за этот период простым осреднением, лишь отдаленно будут описывать естественные процессы на этих реках. К примеру для реки Каскелен среднесеколетний расход наносов для августа имеет значение 13 кг/с. В то же время, если вычислять его не учитывая в периоде осреднения экстремальное значение 260 кг/с, зафиксированное в 1949 году, то его значение составит всего 4,3 кг/с, которое по своей величине хорошо согласуется со всеми другими

значениями расходов наносов за август с 1934 по 2000 годы. Для рек, на которых, в рассматриваемые для них периоды, селевых явлений не происходило, характерны достаточно близкие значения объема твердого стока, определенного традиционным путем и вычисленного с помощью сглаженного гидрографа. Следует отметить проявляющуюся закономерность, что чем чаще и экстремальнее явления наблюдаются на реках, тем больше разница между определяемыми этими двумя способами характеристиками и, наоборот.

Все вышесказанное позволяет сделать следующие выводы:

Для рек данного региона в их естественном режиме характерны повышенные значения мутности потока, приходящиеся на конец весны – начало лета и не совпадающие с максимальными значениями расходов воды.

Сток наносов, наблюдаемый на этих реках в их естественном режиме, подчиняется сезонным колебаниям, характерным так же и для жидкого стока, с максимальными величинами, приходящимися на летний период. Среднегодовое значение твердого стока, определенные для этих рек в их естественном режиме, хорошо согласуются с их натурными значениями. Сток наносов этих рек легко прогнозируется с небольшой долей погрешности.

Для рек с наблюдаемыми на них достаточно частыми проявлениями селевой активности, картина резко меняется. Твердый сток на этих реках в период селей может значительно превысить не только весь твердый сток за конкретный год, когда наблюдалось это явление, но и превысить весь объем твердого стока, проходящий по этой реке за многолетний период. Среднегодовое значение в этом случае будут иметь явно завышенные значения. Прогноз твердого стока этих рек будет заведомо ложным. Соответственно, различные гидротехнические сооружения, спроектированные на основе этих данных, будут иметь завышенную стоимость. Естественно, это ни в коей мере не относится к тем сооружениям, которые изначально проектируются из расчета пропуска или задержки как раз экстремальных значений твердого стока.

Предложенный способ определения средних значений стока с использованием сглаженных гидрографов, позволяет найти среднегодовое значение, хорошо согласующиеся с твердым стоком рек в их естественном режиме и, как следствие, при проектировании различных сооружений, рассчитанных на небольшой срок эксплуатации и на невысокий

процент обеспеченности, значительно их удешевить. Кроме того, расчленив гидрограф твердого стока, можно перейти к количественной оценке выносимых с водосборов наносов, с отделением наносов естественного режима рек от наносов образовавшихся в результате селевых явлений.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Великанов М.А. Гидрология суши. - Л., 1948. - 530 с.
2. Гончаров В.Н. Основы динамики русловых потоков. - Л., 1954. - 374 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР // Основные гидрологические характеристики. Том 13. Центральный и Южный Казахстан, выпуск 2. - Л., 1967. - 471 с.
4. Швец Г.И. Формирование водной эрозии стока наносов и их оценка. - Л., 1974. - 184 с.

Казахский научно-исследовательский институт  
мониторинга окружающей среды и климата

### ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ СОЛТҮСТІК БЕТКЕЙІНДЕГІ ӨЗЕНДЕРДІҢ ҚАТТЫ АҒЫСЫНЫҢ КЕЙБІР ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Э.А. Тұрсынов

*Тау өзендерінің көпжылдық кезеңдегі лайлылығының таратылуы айлар бойынша талданған. Қатты ағыс гидрографтарын тегістеу жүргізіп, соның нәтижесінде қатты ағыс көлемін аллювиалды және селді бөліктерге бөлу мүмкіндігі туды. Өзендердің табиғи ағыстарын есепке ала отырып алынған тасындылардың орташа көпжылдық мағыналары саналған.*