

УДК 556.536.6 + 556.004.05

Канд. техн. наук К.К. Дускаев \*  
Канд. геогр. наук Л.Ю. Чигринец \*

### ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ РЕК КАЗАХСТАНА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ О ТВЁРДОМ СТОКЕ

*ВЗВЕШЕННЫЕ НАНОСЫ, ВЛЕКОМЫЕ НАНОСЫ, ДОННЫЕ НАНОСЫ, СТОК РАСТВОРЁННЫХ ВЕЩЕСТВ, МУТНОСТЬ ВОДЫ, ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАНОСОВ, ВОДНАЯ ЭРОЗИЯ, КАЧЕСТВО ВОДЫ, САМООЧИЩЕНИЕ, ПОВЕРХНОСТНЫЙ СМЫВ*

*Оценено экологическое состояние горных рек Казахстана с использованием данных о твёрдом стоке на примере репрезентативных горных районов Республики – Илейского, Жетысуского Алатау и казахстанской части Горного Алтая на основе трёх его составляющих – стока взвешенных, влекомых наносов и стока растворённых веществ. Рассмотрены экологические аспекты применения данных о твёрдом стоке.*

В настоящее время горные реки Казахстана подвергаются значительному антропогенному воздействию, загрязняются бытовыми отходами, промышленными и талыми стоками, содержащими большое количество наносов и загрязняющих веществ. В связи с резким возрастанием масштабов хозяйственной деятельности в последние годы обострилась проблема рационального и комплексного использования водных ресурсов рек в предгорных и горных районах Республики.

Один из методов оценки экологического состояния водных объектов – анализ сведений о твердом стоке, который, как интегральный показатель склоновой и русловой эрозии на водосборе, является индикатором экологического состояния водных объектов и их бассейнов.

Сведения о твердом стоке и его динамике могут быть использованы для объективной оценки экологического состояния водных объектов, прогнозирования качества воды, для решения проблем рационального и комплексного использования водных ресурсов, для защиты и охраны рек, особенно малых горных рек, от истощения, загрязнения, замусоривания,

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

разрушения берегов и других антропогенных воздействий, а также для оценки экологического риска при использовании горных территорий.

Однако, несмотря на большую значимость, твёрдый сток все еще остаётся одной из слабо изученных гидрологических характеристик, особенно для горных рек.

В работе оценено экологическое состояние горных рек Казахстана с использованием данных о твёрдом стоке на примере репрезентативных горных районов Республики – Илейского Алатау, Жетысуского Алатау и казахстанской части Горного Алтая на основе трёх его составляющих – стока взвешенных, влекомых наносов и стока растворённых веществ. Рассмотрены экологические аспекты применения данных о твёрдом стоке.

Выявлены основные факторы формирования твёрдого стока рек территории и оценена изученность жидкого и твёрдого стока по состоянию на 2012 год, проведен анализ полноты и качества наблюдений. Собраны сведения о мутности воды, минерализации воды, стоке и гранулометрическом составе наносов за весь имеющийся период наблюдений по 69 гидропостам на реках рассматриваемых горных районов Казахстана, из них 25 пунктов относятся к Илейскому Алатау, 27 – к Жетысускому Алатау, 17 – к Казахстанскому Алтаю. Продолжительность периодов наблюдений за стоком взвешенных наносов колеблется от 2 лет до 61 года. Сеть наблюдений за твёрдым стоком в последние годы постоянно сокращалась. В 1996 г. в Илейском Алатау действовало 4 пункта наблюдений за стоком наносов, в Жетысуском Алатау – 2, а в Горном Алтае – всего 1, к 2000 году на указанных постах наблюдения за твёрдым стоком были прекращены. В этих условиях возникает необходимость в совершенствовании существующих и разработке новых расчетных методов определения твёрдого стока при отсутствии и недостаточности данных наблюдений, при этом особую ценность приобретают выявленные закономерности на основе имеющихся фактических данных.

Большое внимание в работе уделено расчёту и анализу мутности воды рек как одной из характеристик качества воды. Согласно нормативным требованиям, мутность воды, используемой для питьевых целей, не должна превышать  $1,5 \text{ мг/дм}^3$  ( $\text{мг/л}$ ,  $\text{г/м}^3$ ). Для рассматриваемого региона получено, что средняя многолетняя мутность воды рек изменяется в Илейском Алатау от  $21 \text{ г/м}^3$  до  $830 \text{ г/м}^3$ , в Жетысуском Алатау – от  $19 \text{ г/м}^3$  до  $550 \text{ г/м}^3$ , а в Казахстанском Алтае – от  $19,1 \text{ г/м}^3$  до  $203 \text{ г/м}^3$  [10]. Таким образом, среднемноголетняя величина мутности воды рассматриваемых

рек достаточно велика в сравнении с требуемыми нормативами. Это обусловлено большими внутригодовыми и внутрисуточными её колебаниями, связанными с выпадением ливневых осадков, наличием снегового и ледникового питания, что необходимо учитывать при использовании воды для различных целей.

Получен ряд зависимостей стока взвешенных наносов и мутности воды рек исследуемой территории от определяющих факторов, которые аппроксимированы соответствующими формулами и могут быть применены для оценки характеристик стока взвешенных наносов неизученных рек. К числу таких зависимостей, например, следует отнести зависимость нормы годовых расходов наносов от нормы годовых расходов воды, зависимости среднегодовой мутности воды и модуля твёрдого стока от средневзвешенной высоты водосбора и др. Выявлено уменьшение мутности воды с увеличением средневзвешенной высоты водосбора. С применением ГИС-технологий созданы карты мутности воды для территорий Илейского и Жетысуского Алатау, которые могут служить лишь для получения приближенных величин мутности воды рек.

Для оценки величины химической эрозии, характеризуемой стоком растворенных веществ, собраны сведения о содержании главных ионов и общей минерализации воды за весь период наблюдений по всем рассматриваемым гидропостам. Величина среднегодовой минерализации рек в Илейском Алатау меняется от 89 до 205 мг/дм<sup>3</sup>, в Жетысуском Алатау – от 95 до 456 мг/дм<sup>3</sup>, а в реках казахстанской части Горного Алтая – от 94,1 до 461,7 мг/дм<sup>3</sup>. В результате анализа ионного стока выявлены достаточно четкие зависимости расхода растворенных веществ от расхода воды, расхода растворенных веществ от расхода взвешенных наносов, минерализации воды от высоты местности. В целом наблюдается закономерность – уменьшение минерализации с увеличением высоты местности, увеличение минерализации от склонов северной экспозиции к южной, а также увеличение ионного стока с увеличением расхода воды.

Произведена оценка качества воды по величине минерализации и содержанию главных ионов для питьевых целей и для орошения. Вода рек в рассматриваемых створах маломинерализована и в течение всего года гидрокарбонатно-кальциевого характера. Согласно нормативным требованиям, верхние пределы допустимой минерализации питьевой воды ограничиваются величинами порядка 1,0...1,5 г/дм<sup>3</sup>. В случае крайней необходимости для питья можно использовать воду с минерализацией до

3,0...4,0 г/дм<sup>3</sup>, но для постоянного использования такая вода не может считаться удовлетворительной. Для целей орошения минерализация воды не должна превышать 1000 мг/дм<sup>3</sup>. Выявлено, что для всех рек в рассматриваемых створах по величине минерализации вода пригодна как для питья, так и для орошения в течение всего года. В период половодья минерализация воды наиболее низкая, в межень её значение увеличивается.

Данные о твердом стоке используются при расчете самоочищения водной среды от загрязнения. В работах А.В. Караушева [6, 7] и А.Я. Шварцмана [11] приведена методика расчёта осаждения наносов и их вторичного взмучивания.

И.В. Боголюбовой [1] внесены изменения и уточнения в эту методику для применения ее на горных реках. По её мнению, в горных условиях необходимо учитывать большую неоднородность взвешенных наносов и донных отложений, а также эффект экранирования мелких фракций крупными в донных отложениях, согласно которому отрыв от дна и взвешивание мелких фракций происходит не по всей поверхности русла, а только через «окна» – промежутки между крупными невзвешенными фракциями. По методике А.В. Караушева и А.Я. Шварцмана, с учетом его корректировки для горных рек, предложенной И.В. Боголюбовой [1], в работе произведен ряд расчетов осаждения наносов и вторичного взмучивания, а также изменение мутности воды по длине потока при различных начальных условиях для участков некоторых горных рек Илейского Алатау. Расчеты по каждой реке проводились в нескольких вариантах: при различных расходах взвешенных наносов и мутности воды в начале расчетных участков, при различных морфометрических характеристиках участков, при различной крупности донных отложений. Исходными данными для расчетов являются: гранулометрический состав донных отложений, измеренные расходы воды и взвешенных наносов на расчетную дату, средняя скорость потока, морфометрические характеристики русла, средняя мутность воды. Все перечисленные данные берутся на начало расчетного участка. Расчет ведется по участкам длиной от 100 до 400 м. За начало первого расчетного участка на каждой реке обычно принимался створ одного из гидрологических постов. Расчеты показали, что на каждой реке имеются участки отложений наносов, размыва (взмучивания) и транзитные участки. При одинаковой мутности воды в начале расчетных участков осаждение наносов на разных реках и на разных участках одной и той же реки происходит на различных расстояниях, что обусловлено, прежде

всего, различной крупностью взвешенных и донных наносов и различными скоростями потока. Так, вследствие большей крупности наносов и меньших скоростей течения, характерных для гидропоста р. Турген – с. Таутурген в сравнении с гидропостом р. Киши Алматы – г. Алматы, длина участка с осаждением наносов на р. Турген меньше, чем на р. Киши Алматы. Ширина реки существенно влияет на осаждение наносов и взмучивание. Так, если при фактической ширине р. Киши Алматы на расчетном участке, участок с осаждением наносов имеет длину 26 км, то при увеличении ширины реки в 2 раза, это расстояние уменьшается до 15,2 км, а при увеличении ширины в 4 раза – до 11,6 км. В результате анализа расчетов сформулирован вывод о том, что при загрязнении горных рек мелкими твердыми частицами и веществами, которые могут быть адсорбированы взвешенными наносами, это загрязнение может устойчиво распространяться на большие расстояния. Поэтому для защиты горных рек, особенно малых, необходим запрет сбросов в них какого-либо твердого материала, особенно мелких частиц (остатков строительного мусора, добычных материалов, бытовых отходов и т.п.). Вследствие большой транспортирующей способности эти материалы в большом количестве могут переноситься и засорять, заиливать реки в низкогорной части и в предгорье, что при прохождении крупных паводков может привести к катастрофическим последствиям.

Зачастую при оценке качества воды для различных целей (питьевое водоснабжение, рыборазведение и т.п.) необходимы сведения о содержании в составе взвешенных наносов весьма мелких илесто-глинистых частиц, диаметром менее 0,01 мм, которые могут быть перенесены на большие расстояния вследствие небольшой гидравлической крупности и обладают высокой способностью к сорбции органических частиц. Также необходимы сведения о содержании фракций диаметром менее 0,05 мм, которые принимаются обычно в качестве показателя крупности взвешенных наносов, как это было предложено Г.И. Шамовым и поддержано рядом других ученых. Произведён анализ содержания в составе взвешенных наносов рассматриваемых рек мелких илесто-глинистых частиц диаметром менее 0,05 мм, которые обладают высокой способностью к сорбции органических частиц и загрязняющих веществ. Анализ данных о содержании частиц менее 0,05 мм в составе взвешенных наносов в 12 гидрометрических створах на реках Илейского Алатау и в 14 – на реках Жетысуского Алатау в среднем за многолетний период (1934...1996 гг.)

показал, что большинство горных рек, как Илейского, так и Жетысуского Алатау, можно отнести к рекам, в составе взвешенных наносов которых этих частиц содержится менее 50 %. Таким образом, подавляющее большинство рек исследуемого региона имеет крупные взвешенные наносы и относится к четвертой категории по классификации Г.И. Шамова или к третьей категории по классификации К.Н. Лисицыной, Г.А. Петуховой и др. [8]. Необходимо отметить, что одна и та же река в разных гидрометрических створах может быть отнесена к разным категориям, что зависит от ряда факторов, например, от средней высоты, площади водосбора, замыкаемой данным гидропостом, которые косвенно характеризуют питание и режим горных рек, от места впадения притоков относительно гидропоста, а также от ряда других характеристик участка расположения гидропоста, например, от уклона местности и пр.

Анализ данных показал, что в период подъема половодья и паводков в Илейском Алатау только в одном гидростворе (р. Киши Алматы – ниже устья р. Сарысай) содержание частиц  $< 0,05$  мм значительно превосходит 50 % (составляет 92,1 %) и в двух гидростворах (р. Шилик – с. Малыбай и р. Улькен Алматы – два км выше озера Улькен Алматы) незначительно превышает 50 %. На спаде половодья также в трех гидростворах (р. Киши Алматы – г. Алматы, р. Киши Алматы – ниже устья р. Сарысай и р. Улькен Алматы – два км выше озера Улькен Алматы) содержание частиц  $< 0,05$  мм превышает 50 %, составляя 66,3 %, 92,6 % и 71,7 % соответственно. Высокое содержание мелких частиц в составе взвешенных наносов по данным гидропоста р. Улькен Алматы – два км выше озера Улькен Алматы, по-видимому, связано с большой долей ледникового питания и переносом в этом створе мелких частиц, вымытых из моренных отложений, а также пониженными уклонами в районе этого гидропоста.

В Жетысуском Алатау из 14 имеющихся гидропостов ни в одном из них содержание частиц  $< 0,05$  мм во взвешенных наносах не превышает 75 %. В трех гидростворах – (р. Сарканд – г. Сарканд, р. Баскан – с. Новопокровка, р. Тентек – с. Герасимовка) содержание мелких частиц существенно больше 50 %, а по двум створам (р. Коксу – ущ. Кук-Креу и р. Баракожир – с. Кийтин) оно незначительно больше 50 %. Во время подъема половодья и паводков содержание частиц  $< 0,05$  мм незначительно превышает 50 % по двум гидростворам (р. Коксу – ущ. Кук-Креу и р. Баракожир – с. Кийтин) и значительно – по гидроствору р. Тентек –

с. Герасимовка (73,6 %). На спаде половодья и паводков только в двух гидростворах содержание частиц  $< 0,05$  мм значительно превышает 50 % (р. Сарканд – г. Сарканд – 73,6 %; р. Баскан – с. Новопокровка – 73,4 %). В трех гидростворах содержание мелких частиц несколько выше 50 % (р. Тентек – с. Герасимовка – 55,5 %; р. Коксу – ущ. Кук-Креу – 54,6 %; р. Коксу – свх. Коксу – 50,6 %). В остальных гидростворах содержание мелких частиц в эту фазу водного режима менее 50 %.

Авторами составлены схематические карты содержания мелких частиц (процент фракций  $< 0,05$  мм) в составе взвешенных наносов горных рек Илейского и Жетысуского Алатау на подъеме половодья. Карты составлены с применением ГИС-технологий площадным способом с выделением зон, соответствующих различному процентному содержанию мелких частиц. На картах выделено три зоны по содержанию мелких частиц в составе взвешенных наносов рек: менее 30 %; от 30 до 50 %; более 50 %. Для выделения большего количества зон данных не хватает. На картах наглядно видна зависимость процентного содержания мелких частиц в составе взвешенных наносов рек от высоты местности, а именно его увеличение с уменьшением высоты. Как в Илейском, так и в Жетысуском Алатау, зоны формирования стока расположены почти полностью в зонах содержания мелких частиц до 50 %.

В Илейском Алатау граница зоны содержания мелких частиц менее 30 % проходит в бассейне р. Шилик до бассейна р. Турген примерно по изогипсе 1000 м. В бассейне р. Турген эта граница поднимается до высоты 1500 м и примерно на этой высоте доходит до бассейна р. Каскелен, в котором она снижается до высоты 800 м, а далее на запад, в бассейне р. Каракастек она поднимается до высоты 2000...2500 м. Нижняя граница зоны содержания мелких частиц в гранулометрическом составе взвешенных наносов 30...50 % проходит в бассейне р. Шилик по высоте от 500 до 600 м абс., в бассейне р. Турген – по высоте 600...700 м, в бассейне р. Есик – 650 м, в бассейне р. Киши Алматы – 800 м, далее на запад в бассейнах р. Улькен Алматы и р. Каскелен она идет по изогипсе 700 м, а в бассейнах рр. Каракастек и Курты снижается до 600 м абс.

В Жетысуском Алатау нижняя граница содержания мелких частиц ( $< 0,05$  мм) в гранулометрическом составе взвешенных наносов  $< 30$  % на его северном склоне проходит в районе правобережных притоков р. Иле по изогипсе 1500 м, в районе г. Лепсинска она опускается до высоты 1000 м, а в районе гидропоста р. Лепси – с. Антоновка – до высоты

800 м абс., далее на запад она поднимается до 1500 м в бассейне рр. Баскан и Сарканд, в бассейнах Аксу, Биен, Кызылагаш она находится на высотах 1000...1500 м (в среднем на высоте 1250 м абс.). В бассейнах рек Каратал, Коксу, Биже и по южному склону Жетысуского Алатау она проходит в основном по изогипсе 1500 м абс. Нижняя граница зоны содержания мелких частиц от 30 до 50 % проходит на высоте от 700 до 1000 м в бассейне р. Лепси, в бассейне р. Баскан она проходит по изогипсе 1000 м абс., снижается в бассейне р. Сарканд до 800...900 м, поднимается в бассейне р. Аксу до 1000 м; по рр. Биен, Кызылагаш граница проходит также на высоте 1000 м и далее по всей западной части Жетысуского Алатау и по его Южному склону (в бассейнах рек Осек, Баракожир и Хоргос) она идет по изогипсе 1000 м абс.

Данные о гранулометрическом составе взвешенных наносов рек в приледниковой зоне (в бассейнах рек Киши и Улькен Алматы) свидетельствуют о возможности значительного содержания в них мелких частиц, вымываемых из моренных отложений. Однако эти данные по Илейскому Алатау малочисленны, а по Жетысускому Алатау отсутствуют вообще, поэтому выделить эти зоны на картах не представилось возможным. Отметим, что карты носят схематический характер, показывают лишь общие закономерности изменения содержания мелких частиц в механическом составе взвешенных наносов рек. Данные, снятые по этим картам для неизученных горных рек рассматриваемых районов, необходимо подвергать анализу по изученным рекам-аналогам.

Создание водохранилищ, которые регулируют речной сток, существенно изменяют гидрологические и другие природные процессы, как выше, так и ниже плотин. Изменения природных процессов в верхних бьефах водохранилищ обуславливаются размерами водохранилищ, их конфигурацией в плане, природными условиями района, составом пород чаши водохранилища, характером регулирования стока и режимом эксплуатации водохранилища. Изменения в нижнем бьефе плотины зависят, прежде всего, от характера и размеров преобразования стока в многолетнем, сезонном и суточном разрезе, а также от других факторов [2]. Водохранилища могут оказывать при этом как положительное, так и отрицательное влияние на окружающую среду. Наличие водохранилищ и озер, прежде всего, влияет на режим твердого стока и мутности воды. Общеизвестным является, например, факт осветления воды ниже водохранилищ и размывы русла непосредственно ниже гидроузлов. Поэтому при оценке



влияния озер и водохранилищ на режим рек и окружающую среду необходимы сведения о наносах.

В работе произведена количественная оценка влияния озёр и водохранилищ на сток, гранулометрический состав наносов и мутность воды. Ниже приводятся несколько примеров оценки количественных изменений стока наносов и мутности воды: при создании Бартогайского водохранилища на р. Шилик; при протекании р. Улькен Алматы через озеро Улькен Алматы; при разрушении перемычки и исчезновении оз. Есик (табл.).

Таблица

Количественная оценка влияния некоторых озер и водохранилищ Илейского Алатау на сток воды, наносов и мутность воды рек

Период наблюдений, годы	Значения в норме					
	Расход воды		Расход наносов		Мутность воды	
	Q, м <sup>3</sup> /с	Cv <sub>Q</sub>	R, кг/с	Cv <sub>R</sub>	ρ, г/м <sup>3</sup>	Cv <sub>ρ</sub>
	р. Шилик					
1934...1982	32,0	0,12	23,6	0,58	737,5	0,55
1983...1991	32,0	0,12	2,63	0,80	82,2	0,83
	р. Улькен Алматы					
Выше озера 1957...1995	1,6	0,15	0,32	0,74	200	0,73
Ниже озера 1934...1942	1,9	0,13	0,04	0,97	21	0,88
	р. Есик – г. Есик					
До разрушения плотины 1934...1949	5,97	0,20	0,11	0,95	18,4	0,93
После разрушения плотины 1964...1971	5,97	0,20	1,34	0,94	224	0,86

Бартогайское водохранилище с проектной емкостью 359 млн. м<sup>3</sup> введено в действие в 1983 г. для повышения водообеспеченности существующих земель и увеличения площадей орошения в междуречье рр. Шилик – Шамолган. Предназначено для сезонного компенсирующего регулирования стока. Подробная его характеристика дана в [9].

Озеро Улькен Алматы расположено в бассейне р. Улькен Алматы на высоте 2500 м абс., завально-тектонического происхождения. По данным на 2006 год, площадь зеркала озера около 0,50 км<sup>2</sup>, наибольшая глубина 40 м, питается главным образом стоком р. Улькен Алматы, а также в незначительной степени стоком ручьев и родников. В феврале 1952 г. сток из озера зарегулирован. В данный период оз. Улькен Алматы представляет собой водо-

хранилище с донным водовыпуском, которое осуществляет регулирование стока р. Улькен Алматы для обеспечения работы каскада ГЭС.

Озеро Есик – находилось в бассейне р. Есик на высоте 1745 м абс. 7 июля 1963 года около 14 часов в озеро Есик обрушился мощный грязекаменный поток, объем которого достигал 5,8 млн. м<sup>3</sup>, при разрушении завальной плотины импульсные расходы достигали величины не менее 1000 м<sup>3</sup>/с, скорость – 7,4 м/с, высота волн – 5,5 м.

Сопоставление данных о стоке воды и взвешенных наносах в гидрометрическом створе р. Шилик – с. Малыбай до ввода в действие Бартогайского водохранилища (1934...1982 гг.) и в период его работы (1983...1996 гг.) показало, что, если среднегодовой расход воды практически не изменился (по проведенной оценке ряд среднегодовых расходов воды за весь период наблюдений однороден), то среднегодовой расход наносов и мутность воды в этом гидростворе уменьшились в 9 раз.

Расходы воды р. Улькен Алматы по гидропостам выше и ниже озера Улькен Алматы отличаются в среднем многолетнем разрезе на 0,3 м<sup>3</sup>/с, расходы взвешенных наносов ниже озера уменьшаются в 8 раз, а мутность воды – в 9,5 раз.

Норма годовых расходов воды р. Есик при наличии и после исчезновения озера одинакова, нормы среднегодовых расходов взвешенных наносов и мутности воды увеличились в 12 раз (см. табл.). Таким образом, для различных оценок влияния водохранилищ и озер на окружающую среду и гидрологический режим рек данные о стоке наносов и мутности воды имеют исключительно важное значение, так как эти характеристики изменяются в первую очередь.

Эрозионные процессы – один из основных источников загрязнения горных рек твердыми частицами и токсичными химическими веществами. Интенсивность эрозии в значительной степени характеризует экологическое состояние территорий. По мнению многих ученых [3, 8], метод оценки интенсивности эрозии в речных бассейнах по величинам твердого стока рек является наиболее объективным и точным в сравнении с другими методами, несмотря на то, что за их пределы выносятся не все продукты эрозии. Поэтому характеристики твердого стока рек могут быть применены для сравнения процессов эрозии и механической денудации в разных бассейнах [3]. Интенсивность эрозии за счет энергии текущих вод определена в работе с учетом сведений о стоке взвешенных, влекомых наносов и стоке растворенных веществ. Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольший объем

твёрдого стока характерен для рек Шилик, Коксу, Каратал, Лепси, Талгар, а наибольший слой смыва в Илейском Алатау наблюдается в бассейнах рек Киши Алматы, Талгар и Есик, а в Жетысуском Алатау – в бассейнах рек Карой и Каратал [4]. Анализ интенсивности эрозионных процессов горных рек Казахстана показал, что средняя скорость суммарной эрозии в Илейском Алатау составляет 0,17 мм в год, а в Жетысуском Алатау – 0,08 мм в год, т.е. в 2 раза меньше, что объясняется меньшими уклонами и большей устойчивостью пород в Жетысуском Алатау. Средняя скорость суммарной эрозии в Казахском Алтае составляет 0,093 мм/год [5]. Сток влекомых наносов в результате анализа исследований [2, 3, 9] и имеющихся данных одновременных измерений стока взвешенных и влекомых наносов принят по р. Талгар равным 60 %, а для остальных рек 45 % от стока взвешенных наносов. Сопоставление полученных величин интенсивности эрозии, с приведёнными в работе [3], свидетельствуют о том, что для бассейнов горных рек Казахстана характерны средние условия эрозии горных районов Земли.

Полученные результаты можно использовать для обоснования водоохраных мероприятий и оценки экологического состояния горных рек исследуемого региона, а также при аналогичных исследованиях для других горных районов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боголюбова И.В. К вопросу о расчете транспорта взвешенных наносов горными реками // Режим, теория, методы расчета и измерения наносов и сточных вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – С. 85 – 99.
2. Водоохранилища и их воздействие на окружающую среду. – М.: Наука, 1987. – 367 с.
3. Дедков А.П., Мозжерин Р.И. Эрозия и сток наносов на Земле. – Казань: Изд. Казанского ун-та, 1984. – 240 с.
4. Дускаев К.К., Чигринцев Л.Ю. The analysis and calculation of sediments flow of the mountain rivers of Southeast Kazakhstan Материалы 10-го Международного симпозиума по речным наносам. МГУ им. М.В. Ломоносова, август 2007.
5. Дускаев К.К., Чигринцев Л.Ю. Сток наносов и оценка эрозионной деятельности горных рек Казахстана, 27-е пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (г. Ижевск, 8 – 12 октября 2012 г.): Доклады и краткие сообщения. – Ижевск. 2012. – 213 с.

6. Караушев А.В. Теория и методы расчета речных наносов. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 272 с.
7. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод. / Под ред. А.В. Караушева. – Л.: – Гидрометеоздат, 1987. – 286 с.
8. Сток наносов, его изучение и географическое распределение. / Под ред. А.В. Караушева. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 224 с.
9. Технический проект Бартогайского водохранилища на р. Чилик в Чиликском районе Алматинской области, т. II, кн. 1. – Алматы: Казгипроводхоз, 1977. – 246 с.
10. Чигринец Л.Ю. Анализ и расчёт стока наносов горных рек Юго-Восточного Казахстана: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук – Алматы, 2000 – 24 с.
11. Шварцман А.Я. Распространение взвешенных веществ в водоемах и загрязнение донных отложений. // Тр. ГГИ. – 1974. – Вып. 210. – С. 163-168.

Поступила 28.05.2015

Техн. ғылымд. канд.    К.К. Дускаев  
Геогр. ғылымд. канд.    Л.Ю. Чигринец

**ҚАТТЫ АҒЫНДЫ МӘЛІМЕТТЕРІНІҢ НЕГІЗІНДЕ  
ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАУЛЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ  
ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ**

*Қатты ағындылар негізіндегі Қазақстандағы тау өзендерінің экологиялық жағдайын бағалау.*

*Республиканың репрезентаттық тау аумақтарының – Іле, Жетісу Алатау және Тау Алтайдың қазақстандық бөліміндегі үш жасаушы – өлшенген, өзен түбіндегі және еріп кеткен ағын негіздерінде Қазақстанның таулы өзендерінің экологиялық жағдайына бағалау жүргізілді. Қатты ағындылар мәліметтерін қолдану туралы экологиялық аспектілері қарастырылды.*