

ГИДРОЛОГИЯ

УДК 551.48 (479.24)

М.А.Абдуев**ОБ ИЗМЕНЕНИИ СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ И МУТНОСТИ ГОРНЫХ РЕК АЗЕРБАЙДЖАНА ПОД ВЛИЯНИЕМ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

На основании данных сетевых гидрометрических наблюдений за многолетний период произведена оценка влияния хозяйственной деятельности на сток взвешенных наносов и мутности горных рек Азербайджана тремя методами: метод сравнения, метод анализа зависимостей $R_r = f(Q_r)$, метод суммарных интегральных кривых $\Sigma R_r = f(T)$. Установлена зависимость годового стока взвешенных наносов от стока воды в естественных условиях и при нарушенном режиме, имеющая вид: $R_r = aQ_r^6$. Выявлено, что значения параметров «а» и «в» подвержены наибольшим изменениям при нарушенном режиме стока рек.

Ключевые слова: сток взвешенных наносов, мутность воды, хозяйственная деятельность, водная эрозия горных рек, водохозяйственные мероприятия, естественный режим.

Введение

Усиление влияния хозяйственной деятельности на сток рек привело к тому, что в обжитой части территории бывшего СССР трудно найти такую реку, гидрологический режим которой находился бы в естественном состоянии. Целый комплекс хозяйственных мероприятий обуславливает как качественные, так и количественные изменения характеристик гидрологического режима больших, средних и особенно малых рек.

Проблема оценки влияния хозяйственной деятельности на гидрологический режим стоит в центре внимания современной гидрологической науки. Актуальность этих задач возрастает на современном этапе мощного антропогенного воздействия на природную среду и активизацию водно-эрозионных процессов. Водная эрозия является, прежде всего, процессом физического удаления почвы и грунта. Хозяйственная деятельность человека увеличила интенсивность этого явления, которое в настоящее время называют антропогенным [8]. Как правило, антропогенное воздействие — отрицательный процесс, отражающийся на состоянии поверхностных и подземных вод, а также на их качественных и количественных характеристиках. Важной стороной этого процесса является изменение стока взвешенных наносов и мутности, как одних из основных показателей, характеризующих качество воды [10].

Влияние хозяйственной деятельности проявляется через создание прудов и водохранилищ, освоение речных долин, преобразование естественного рельефа поймы. Любое из этих мероприятий нарушает естественный режим движения речных наносов, увеличивая или уменьшая их сток, и способствует появлению односторонней деформации русла. Установление изменения режима и состава стока речных наносов под влиянием антропогенных факторов необходимо для решения многих задач, связанных с расчетами сроков заиления водохранилищ, оросительных и других сооружений, а также качества вод.

Оценка изменений стока наносов и мутности рек Азербайджана представляется важной, поскольку рассматриваемая территория является давно освоенным районом орошаемого земледелия, а отличительная особенность режима рек исследуемой территории — исключительно высокая мутность речной воды, которая усложняет их эффективное хозяйственное использование.

Материал и методика

Анализ стока наносов и мутности, в связи с развитием хозяйственной деятельности на горных реках Азербайджана, производился на основании использования данных сетевых наблюдений за многолетний период. Оценка надежности данных наблюдений выполнена в соответствии с указаниями [6].

© Абдуев М.А., 2015

Абдуев Магамед Абду оглы, доктор географических наук, заведующий кафедрой физической географии и экологии Азербайджанского государственного педагогического университета; AZ 1143 Азербайджан, Баку, пр-т Г. Джавида, 151. E-mail: abduyevm@gmail.com, magamed@box.az

Для количественной оценки влияния хозяйственной деятельности на сток взвешенных наносов были использованы следующие методические приемы:

1) сравнение средних за отдельные 4–5-летние периоды средних годовых расходов наносов, мутностей, модулей стока наносов, расходов воды в течение всего периода наблюдений по мере развития хозяйственной деятельности в бассейне;

2) анализ зависимостей средних годовых расходов взвешенных наносов и воды, $R_r = f(Q_r)$;

3) построение нормированных разностных интегральных кривых для стока воды (Q), наносов (R) и сопоставление средних многолетних значений R и Q за однородные по условиям формирования стока наносов периоды.

В табл. 1 приведены средние за 4–5-летние периоды средние годовые расходы воды, наносов, мутности, модули стока наносов для характерных горных рек Азербайджана.

Таблица 1

Осредненные по пятилетиям гидрологические характеристики характерных горных рек Азербайджана

Река-пункт	Период	Средний годовой расход воды, Q , м ³ /с	Средний годовой расход взвешенных наносов, R , кг/с	Средняя годовая мутность, ρ , г/м ³	Средний годовой модуль стока наносов, M , т/км ²
Кудиялчай- Кырыз	1962–1966	(8,13)	(37,5)	(4600)	(2770)
	1967–1971	6,9	17,08	2470	1260
	1972–1976	7,52	17,06	2270	1260
	1977–1981	8,07	24,5	3000	1310
	1982–1986	6,80	14,4	2100	1065
	1987–1991	6,10	14,0	2295	1035
	1992–1996	5,75	13,7	2380	1023
Курмухчай- Сарыбаш	1957–1961	(1,28)	(0,38)	(300)	(180)
	1962–1966	1,77	1,73	980	810
	1967–1971	(2,00)	(8,97)	(4400)	(4190)
	1972–1976	(2,00)	(9,00)	(4545)	(4200)
	1977–1981	1,50	2,56	1730	1195
	1982–1986	2,10	2,87	1360	1340
	1987–1991	2,00	2,95	1440	1398
Шамкирчай– Верхний Чайкенд	1952–1956	(8,08)	(4,55)	(560)	(155)
	1957–1961	8,60	4,66	544	160
	1962–1966	9,30	8,20	884	280
	1967–1971	8,05	2,80	348	96
	1972–1976	(7,34)	(0,51)	(69)	(17)
	1977–1981	8,93	(0,52)	(58)	(18)
	1982–1986	9,07	0,58	60	20
Гянджачай– Зурнабад	1947–1951	(3,57)	(0,40)	(112)	(40)
	1952–1956	4,60	0,51	110	50
	1957–1961	(4,20)	(0,18)	(43)	(18)
	1962–1966	(6,00)	(0,63)	(104)	(63)
	1967–1971	3,64	0,65	180	65
	1972–1976	4,63	0,97	210	97
	1977–1981	4,86	0,67	140	67
	1982–1986	4,84	0,69	140	70
	1987–1991	3,45	0,75	180	72
	1992–1996	3,65	0,77	210	74
1997–1999	3,00	0,80	194	76	

Окончание табл. 1

Река–пункт	Период	Средний годовой расход воды, Q , м ³ /с	Средний годовой расход взвешенных наносов, R , кг/с	Средняя годовая мутность, ρ , г/м ³	Средний годовой модуль наносов, M , т/км ²
Гилянчай– Нюргут	1962–1966	2,05	0,08	39	26
	1967–1971	(2,34)	(0,08)	(32)	(25)
	1972–1976	(2,41)	(0,02)	(9)	(7)
	1977–1981	(1,56)	(0,02)	(12)	(6)
	1982–1986	(1,87)	(0,03)	(13)	(8)
	1987–1991	1,65	0,04	22	13
	1992–1996	1,89	0,06	32	15
Нахичеванчай– Биченак	1962–1966	(1,24)	(0,41)	(330)	(137)
	1967–1971	(1,41)	(0,36)	(255)	(120)
	1972–1976	(2,11)	(0,05)	(25)	(18)
	1977–1981	0,18	0,18	56	60
	1982–1986	2,36	0,07	30	23
	1987–1991	3,41	0,13	38	43
	1992–1996	(1,60)	0,05	24	27
1997–1999	(1,32)	(0,07)	(29)	(28)	
Виляшчай– Ярдымлы	1962–1966	(1,20)	(0,13)	(110)	(13)
	1967–1971	1,41	0,097	70	10
	1972–1976	(0,27)	(0,24)	(250)	(24)
	1977–1981	(1,06)	(0,17)	(160)	(17)
	1982–1986	1,88	0,41	218	41
	1987–1991	1,04	0,097	96	10
	1992–1996	1,32	0,25	205	36
1997–2001	1,14	0,23	200	34	
Ленкоранчай– Ленкоран	1967–1971	(13,8)	(2,48)	(170)	(70)
	1972–1976	(13,5)	(2,6)	(190)	(80)
	1977–1981	(9,4)	(3,7)	(390)	(110)
	1982–1986	14,0	5,8	410	175
	1987–1991	13,8	6,2	450	184
	1992–1996	12,2	6,3	516	200
1997–2001	12,6	6,4	507	196	

Примечание: данные, приведенные в скобках, вычислены за неполную пятилетку.

Результаты и обсуждение

На горных реках исследуемой территории выявлено влияние хозяйственной деятельности на сток взвешенных наносов. Заметно направленное увеличение стока взвешенных наносов на постах южного склона Большого Кавказа и Ленкоранской области. На реках Курмухчай — у с. Сарыбаш, Чухадурмас — близ устья, Виляшчай — у пгт. Ярдымлы, Ленкоранчай — у г. Ленкоран и других величины стока взвешенных наносов и мутности за последние 10–15 лет увеличились по отношению к предшествующему периоду в 1,3–2,5 раз. В указанных створах увеличение стока наносов объясняется ростом площадей пахотных земель, а также последствиями хозяйственной деятельности.

Напротив, на водомерных постах рек северо-восточного склона Большого Кавказа, Малого Кавказа (за исключением Акстафачай и Кюракчай) и рек Ширванской группы (за исключением Геокчай) наблюдается уменьшение стока взвешенных наносов и мутности за последние 10–15 лет.

Увеличение стока наносов и мутности воды р. Акстафачай у г. Иджеван связано с постройкой железной дороги, а реки Кюракчай у с. Дозулар может быть вызвано увеличением пахотных работ. С проведением различных водохозяйственных мероприятий на реках Кудиалчай, Чагаджукчай, Вельвеличай, Пирсаатчай, Гирдыманчай, Ахынджачай, Гянджачай, Хачинчай, Джагричай, Ахохчай сток взвешенных наносов и мутность уменьшились в 1,3–3 раза по отношению к предшествующему периоду, а расход воды всего в 1,3 раза.

В бассейнах рек Белоканчай, Каркарчай, Арпачай, Нахчыванчай, Ордубадчай, Алинджачай был проведен обширный комплекс водохозяйственных мероприятий, однако изменения величин стока наносов и мутности на этих реках почти не обнаруживаются. Это связано с тем, что в результате одних и тех же мероприятий, производимых в бассейнах рек, величина стока наносов на разных

постах изменяется по-разному: увеличивается, уменьшается или остается без изменения. Примером этому может служить бассейн р. Ганых, где, по данным Б.М. Кочиашвили, Т.А. Марианашвили [4], годовой сток воды уменьшился за последние годы на 13 %. Это высказывание подтверждают и наши исследования. Одновременно с уменьшением стока воды произошло уменьшение стока взвешенных наносов и мутности на 35 %. Начиная с 60-х гг. XX в. осуществлены мелиоративные мероприятия (обновление, выравнивание русла, создание искусственного русла и т.д.) на реках, протекающих по предгорью южного склона Большого Кавказа [7]. Эти мероприятия способствуют увеличению стока наносов и мутности. Так, на р. Геокчай величины среднего годового стока наносов и мутности увеличились на 46 % [1].

Сток взвешенных наносов возрастает при проведении дренажных и горнодобывающих работ, строительстве грунтовых дорог, дренировании речных бассейнов с большой площадью пожарищ. Локальность проявления указанных антропогенных факторов не означает, что они способны вносить лишь малое изменение в поступлении наносов с водосборов временных и постоянных водотоков. Подтверждением служит сравнение двух небольших рек, расположенных в среднем Уэльсе и отличающихся лишь тем, что в бассейне одной реки подобные факторы способствуют значительному, в 2,5 раза, увеличению мутности речных вод [12]. Подобная картина не является исключением и для водосборов горных рек Азербайджана. Так, например, объем стока наносов р. Левчай, в бассейне которой, начиная с 1960-го г., проведены значительные геолого-разведочные работы, увеличился в 2,1 раза при относительном постоянстве водности реки.

Таким образом, анализ данных о мутности и стоке наносов позволяет прийти к выводу, что в последнее десятилетие произошло увеличение или уменьшение этих характеристик по рассмотренным выше водотокам в результате хозяйственных мероприятий: агротехнических или руслового регулирования.

При определении влияния хозяйственной деятельности на сток наносов анализ зависимостей $R_r = f(Q_r)$ приобретает первостепенное значение, поскольку хозяйственная деятельность оказывает значительно меньшее влияние на жидкий сток, чем на твердый, и изменение зависимости $R_r = f(Q_r)$ может быть принято за характеристику произошедших изменений условий формирования и переноса наносов [10]. Для пунктов рек Кудиалчай у с. Кюпчал, Агчай у с. Джек, Дамирапаранчай у пгт. Габала, Таузчай у с. Берд, Ордубадчай у с. Нюснюс, Белоканчай у г. Белокан, Арпачай у пгт. Ехегнадзор зависимости $R_r = f(Q_r)$ довольно тесные, коэффициенты корреляции составляют 0,81–0,93. В качестве примера на рис. 1 приведена зависимость $R_r = f(Q_r)$ в створе Габала на р. Дамирапаранчай.

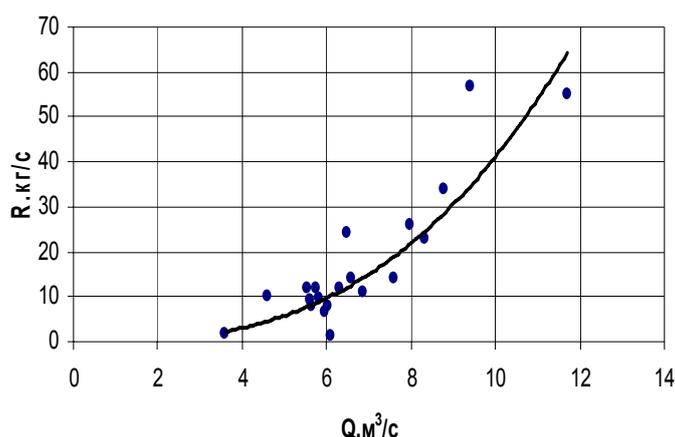


Рис. 1. Зависимость среднегодовых расходов взвешенных наносов (R , кг/с) от расходов воды (Q , м³/с)

Отсутствие разброса точек объясняется тем, что в результате одних и тех же мероприятий руслового регулирования сток наносов и мутность на разных постах изменяются по-разному: увеличиваются или уменьшаются. Резкого изменения величины стока наносов и мутности на этих реках не обнаружены, что подтверждается результатами, полученными методом сравнения стока наносов в различные периоды. Для створов р. Чагаджукчай у с. Рустов, р. Гирдыманчай у с. Гаранаур, р. Боладычай у с. Дырьян, р. Истисучай у с. Алаша, р. Ахынджачай у с. У с. Агдам, р. Гянджачай у с. Зурнабад, р. Тертерчай у пгт. Кельбаджары, р. Каркарчай у моста Ага-Керпю, р. Куручай у с. Туг, р. Катехчай у с. Кабиздара построенные графики характеризуются значительным

разбросом точек, превышающим точность вычисления годового стока наносов (20 %). Коэффициенты корреляции для зависимостей между среднегодовыми расходами наносов и воды в указанных пунктах составляют 0,45–0,65 [2]. Относительно невысокие коэффициенты корреляции указывают на то, что годовой сток наносов подвержен влиянию дополнительных факторов [10].

Известно, что сооружение водохранилищ — наиболее распространенный и эффективный способ устранения дефицита водных ресурсов в маловодные годы и лимитирующие периоды. Наибольшее развитие оно получило в речных бассейнах, имеющих в среднем вполне достаточные водные ресурсы, но характеризующихся большой изменчивостью во времени. Из всего комплекса факторов хозяйственной деятельности, действующих в пределах речных водосборов, сооружение водохранилищ оказывает решающее влияние и на режим наносов, так как в водохранилищах задерживается от 20 до 99 % и более притока наносов.

О масштабах накопления наносов в чашах водохранилищ говорят следующие цифры. Современный потенциальный сток наносов с поверхности всей Земли равен 14–15 млрд.т/год. Массовые сооружения искусственных водоемов привели к уменьшению выноса терригенных осадков в Мировой океан до 13,5 млрд.т/год [14]. Только в водохранилищах США ежегодное накопление наносов достигает 1,23 км³. В водохранилищах Индии аккумулируется 0,48 млрд.т/год (из 2,05 млрд.т/год) речных наносов [13]. В верховьях рек значительная часть смытой почвы поступает в пруды, которые распространены в засушливых регионах. В прудах лесостепной зоны бывшего СССР задерживается от 32 до 96 %, а в прудах степной зоны — 41–91 % речных наносов [5]. Отметим, что подобная картина для горных рек Азербайджана не является исключением.

Анализ зависимостей $R_r = f(Q_r)$ показывает, что в связи с постройкой Кенделанчайского, Сарсангского, Ахынджачайского водохранилищ, естественный режим стока наносов р. Кенделанчай у пгт. Красный Базар, р. Тертерчай у пгт. Мадагиз и р. Ахынджачай у с. Агдам коренным образом изменился. Если за естественный период коэффициент корреляции между стоком наносов и воды в этих реках был равен: для р. Кенделанчай — 0,88; р. Тертерчай — 0,83 и р. Ахынджачай — 0,36, то после постройки водохранилищ значения коэффициента корреляции изменились следующим образом: для р. Кенделанчай — 0,96, р. Тертерчай — 0,98 и р. Ахынджачай — 0,83. Следует отметить, что при рассмотрении связи $R_r = f(Q_r)$ в створе Агдам на р. Ахынджачай выделяются две кривые связи, относящиеся к периодам 1940–1965 и 1966–1976 гг. Первый период характеризуется большим разбросом точек; теснота связи составляет 0,36. А второй период характеризуется низкими величинами стока наносов, что связано с вводом в эксплуатацию Ахынджачайского водохранилища (1965). В этот период теснота связи составляет 0,83. После эксплуатации водохранилища уменьшение расхода взвешенных наносов составляет 76 %, а воды — 23 %. На р. Кенделанчай построены три водохранилища (1951, 1962, 1980 гг.). На графике связи среднегодовых значений расходов взвешенных наносов и воды для р. Кенделанчай у пгт. Красный Базар четко выделяются три кривые (рис. 2).

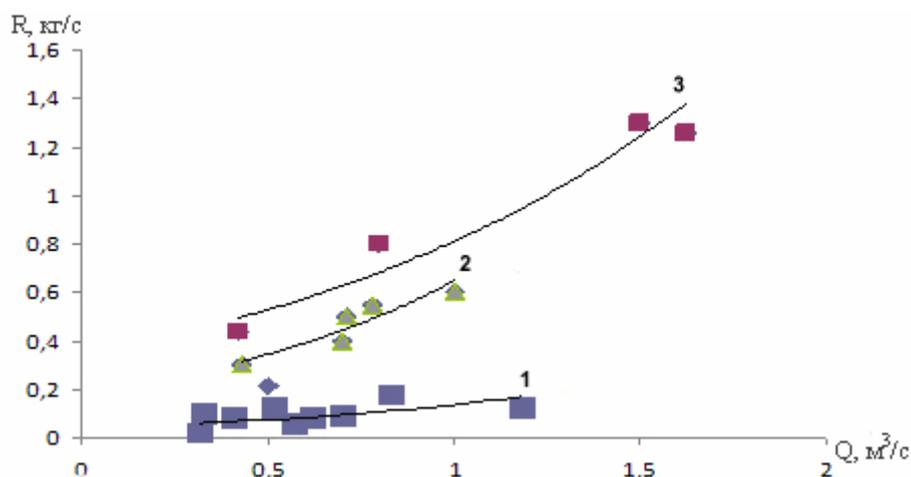


Рис. 2. Зависимость среднегодовых расходов взвешенных наносов (R) от расходов воды (Q):
1 — до 1962 г.; 2 — 1962–1980 гг.; 3 — 1981–1987 гг.

Первая из них соответствует данным наблюдений до 1962 г., вторая — 1962–1980 гг., а третья — 1981–1987 гг. Последние два периода характеризуются высоким стоком наносов. В связи

со строительными работами расход взвешенных наносов и мутность увеличились в 11,5 раза, а расход воды — в 1,9 раза.

Интересно проанализировать связи среднегодовых величин расходов наносов и воды для р. Тертерчай. Так, на графике связи среднегодовых значений расходов взвешенных наносов и воды для р. Тертерчай у пгт. Мадагиз выделяются две кривые. Первая из них соответствует данным наблюдений до 1971 г., а вторая — 1971–1974 гг. Последний период характеризуется высоким стоком наносов, который связан со строительством Сарсангского водохранилища. В результате постройки водохранилища величины расхода взвешенных наносов и мутности увеличились до 70 %, а расхода воды уменьшились на 7 %. Если бы после ввода в эксплуатацию Сарсангского водохранилища (1977 г.) проводились наблюдения за расходами взвешенных наносов, тогда, наверняка, образовалась бы третья кривая, сдвинутая к оси абсцисс.

Таким образом, можно отметить, что в период проведения гидрологических работ в бассейнах наблюдается резкое увеличение стока наносов, а после наполнения водохранилищ — резкое уменьшение ввиду аккумуляции в их верхних бьефах. На р. Кайнар построены две гидроэлектростанции (ГЭС): первая — с мощностью 1650 квт, вторая — с мощностью 600 квт. В связи с постройкой этих ГЭС за последние годы точки на графиках связи сместились в сторону к оси абсцисс. После эксплуатации ГЭС (1974) расход взвешенных наносов уменьшился до 52 %, а расход воды увеличился на 30 %.

Анализ графиков связи среднегодовых значений расходов взвешенных наносов и воды для ряда рек (Ленкоранчай — г. Ленкоран, Истисучай — с. Алаша, Виляшчай — с. Шихляр, Сумгаитчай — с. Перекишкюль, Хармидорчай — с. Халтан, Шамкирчай — с. Верх. Чайкенд, Нахчыванчай — с. Биченаг) показывает, что в этих связях также выделяются две кривые. Интенсивное вмешательство человека с его хозяйственной деятельностью в основном начинается с середины 70-х гг. XX в. На створах р. Ленкоранчай — г. Ленкоран, р. Истисучай — с. Алаша, р. Хармидорчай — с. Халтан в связи с возрастающей хозяйственной деятельностью расход взвешенных наносов и мутность увеличились с 1,9 раза (р. Ленкоранчай — г. Ленкоран) по 5,6 раза (р. Хармидорчай — с. Халтан), причем при относительном постоянстве водности рек (рис. 3).

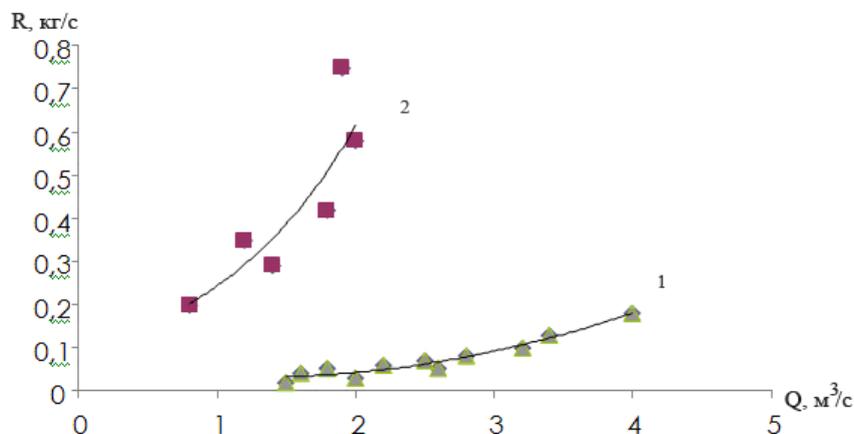


Рис. 3. Зависимость среднегодовых расходов взвешенных наносов (R) от расходов воды (Q) для рек Хармидорчай–с.Халтан: 1 — до 1971 г.; 2 — с 1972 г.

В последующие годы на р. Сумгаитчай у с. Перекишкюль величины стока наносов и мутности воды уменьшились от 3,4 (р. Нахчыванчай — с. Биченак) до 11,8 раза (Шамкирчай — с. Верх. Чайкенд). Изменение стока наносов под влиянием хозяйственной деятельности подтверждается графиками связи средних годовых расходов взвешенных наносов R_r и воды Q_r . Точки связи $R_r = f(Q_r)$, относящиеся к периоду после хозяйственной деятельности, образуют новую ветвь. В качестве примера на рис. 4 приведены графики $R_r = f(Q_r)$ для р. Шамкирчай у с. Верх. Чайкенд.

Анализ зависимостей $R_r = f(Q_r)$ показал, что они, как правило, имеют криволинейный вид и могут быть аппроксимированы выражением:

$$R_r = aQ_r^b,$$

где «а» и «в» — параметры. Теснота связи определялась по методу Г.А. Алексева [3].

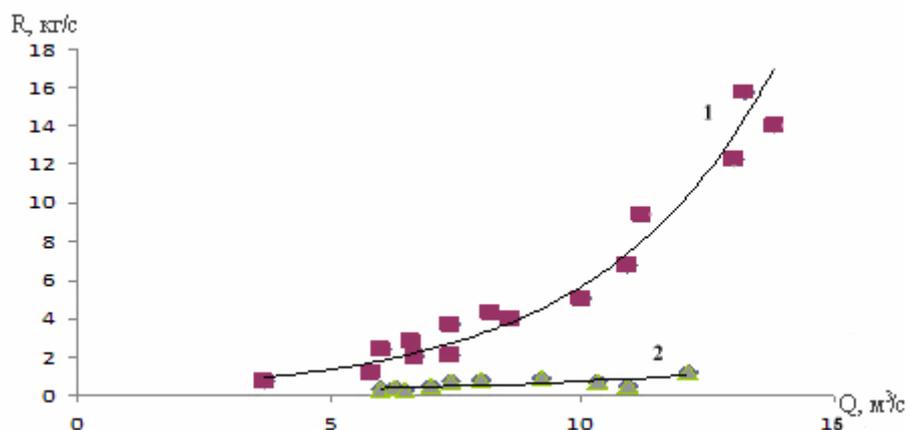


Рис. 4. Зависимость среднегодовых расходов взвешенных наносов (R) от расходов воды (Q):
1 — до 1971 г.; 2 — с 1972 г.

Определение параметров « a » и « b » произведено для рек с коэффициентом корреляции между R_r и Q_r выше 0,75 (табл. 2).

Таблица 2

Эмпирические параметры зависимости $R_r = f(Q_r)$ при естественном и нарушенном режиме

№ n/n	Река–пункт	В естественном режиме		В нарушенном режиме	
		Параметры		Параметры	
		a	b	a	b
1	Кенделанчай–пгт. Кр. Базар	0,27	2,17	2,52	3,91
2	Тертерчай–пгт. Мадагиз	0,00087	2,97	0,76	1,07
3	Ахынджачай–с. Агдам	–	–	0,026	2,64
4	Кайнар–близ устья	2,29	0,83	2,22	2,24
5	Ганых–в 1,7 км ниже вп. Агричай	0,00033	2,89	0,00012	2,89
6	Агричай–близ устья	0,023	2,85	0,0051	2,97
7	Нахичеванчай–с. Биченак	0,16	1,91	0,025	1,43
8	Шамкирчай–Верх. Чайкенд	0,0096	2,85	–	–
9	Ленкоранчай–г. Ленкоран	0,019	1,86	0,13	1,45
10	Истисучай–с. Алаша	0,03	2,06	0,036	2,32
11	Виляшчай–с. Шихляр	0,017	3,06	0,22	2,28
12	Вельвеличай–с. Тенгялты	0,57	2,37	0,64	2,90
13	Хармидорчай–с. Халтан	0,17	2,06	34,56	4,11
14	Сумгаитчай–пгт. Пирекишкюль	–	–	1,07	1,40
15	Геокчай–г. Геокчай	0,0027	3,7	0,024	3,13

Как видно из данных табл. 2, в условиях естественного режима на горных реках значения « a » изменяются от 0,00033 (р. Ганых) до 2,29 (р. Кайнар). В случае влияния хозяйственной деятельности параметр « a » изменяется более существенно, чем параметр « b ». Так, например, на р. Хармидорчай у с. Халтан в период до влияния хозяйственной деятельности значение « a » было равно 0,17. После влияния хозяйственной деятельности значение « a » повысилось на порядок и составило 34,56. Значение « b » в период с естественным стоком наносов ниже, чем в условиях с измененным режимом, и колеблется от 0,83 (р. Кайнар) до 4,11 (р. Хармидорчай).

На графике зависимости $R_r = f(Q_r)$ для створов р. Ахынджачай у с. Агдам, р. Сумгаитчай у с. Пирекишкюль (в естественном режиме) и р. Шамкирчай у с. Верх. Чайкенд (в нарушенном режиме) имеет место большой разброс точек. Коэффициент корреляции между R_r и Q_r составляет 0,36–0,37. Аппроксимация зависимостей $R_r = f(Q_r)$ с помощью уравнения $R_r = aQ_r^b$ мало надежна и поэтому параметры « a » и « b » не определялись.

Анализ интегральных кривых вида $\Sigma R_r = f(T)$ позволил определить начало периода влияния хозяйственной деятельности на величину стока взвешенных наносов. Определение нарушения водного режима под влиянием отдельных или всего комплекса факторов хозяйственной деятельности

является важнейшей задачей, предшествующей процедуре количественной оценки антропогенного изменения стока. От установления момента начала искажения естественного режима стока на шкале времени в существенной мере зависит и значение расчетного изменения стока по годам и периодам под влиянием хозяйственной деятельности. Исследованиями И.А. Шикломанова [9], Ф.А. Эюбовой [11] доказано, что резкое изменение угла наклона графика зависимости $\Sigma R_T = f(T)$ характеризует начало антропогенных изменений в замыкающем створе.

Среднее изменение расхода взвешенных наносов за нарушенный период И.А. Шикломанов (9) рекомендует определить по уравнению: $\Delta R_{x03} = U_{x03}/N_{x03}$, где U_{x03} — объем суммарного уменьшения расхода взвешенных наносов за счет хозяйственной деятельности; N_{x03} — число лет с нарушенным режимом.

Для поста р. Ахынджачай — с. Агдам такое изменение отмечается с 1985 г., для р. Шамкирчай — с. Верх. Чайкенд с 1973 г., а для р. Ганых — в 1,7 км ниже вп. р. Агричай — с. 1968 г. На рис. 5 приведенный график интегральных кривых вида $\Sigma R_T = f(T)$ для р. Шамкирчай целиком подтверждает это предположение.

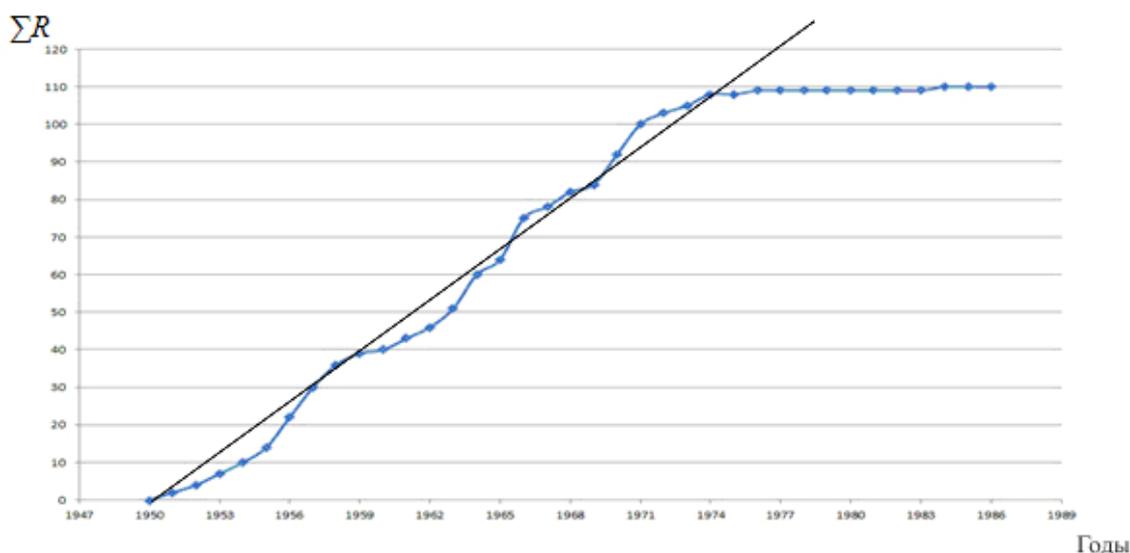


Рис. 5. Графики интегральных кривых вида: $\Sigma R_T = f(T)$

Короткие ряды наблюдений не позволяют сделать выводы о влиянии хозяйственных мероприятий на коэффициент вариации (C_{VR}) в случае двузначной связи: $R_T = f(Q_T)$. Из всех исследуемых рек, за исключением р. Геокчай у г. Геокчай, длительность рядов наблюдений недостаточно для выявления влияния антропогенных факторов на коэффициент вариации стока взвешенных наносов в случае двузначных связей. Так, для р. Геокчай у г. Геокчай, имеющей двузначную связь: $R_T = f(Q_T)$, коэффициент вариации остается без изменения (0,55–0,58). Аналогичные выводы относительно влияния хозяйственной деятельности на коэффициент вариации годового стока взвешенных наносов содержатся в работах Г.И. Швевса [8], Г.Ю. Фатуллаева [7] и др.

Выводы

Таким образом, следует отметить, что для определения влияния хозяйственной деятельности на сток взвешенных наносов рек исследуемой территории целесообразно использовать зависимости средних годовых расходов взвешенных наносов и воды. А для определения начала периода нарушения наносного режима под влиянием хозяйственной деятельности требуется анализ интегральных кривых вида: $\Sigma R_T = f(T)$.

Библиографический список

1. Абдуев М.А., Эюбова Ф.А. Влияние антропогенных факторов на сток взвешенных наносов рек Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской Республики) // Известия науки о Земле Академия наук Азербайджана. 2000. №3. С. 53–56 (на азерб. языке).
2. Абдуев М.А., Эюбова Ф.А. Факторы формирования стока взвешенных наносов горных рек Азербайджана // Вода: химия и экология. 2013. №4. С. 40–47.

3. Алексеев Г.А. К вопросу определения эмпирических квантилей и коэффициента корреляции // Метеорология и гидрология. 1963. №4. С. 16–23.
4. Кочиашивили Б.М., Мирианашвили Т.А. Об оценке влияния орошения на годовой сток р. Алазани // Тр. Зак. НИГМИ. 1980. Вып. 72(78). С. 43–48.
5. Прыткова М.Я. Географическая зональность осадконакопления в малых водохранилищах // Тр. V гидрол. съезда. Л., 1988. Т. 10. Кн. 2. С. 69–75.
6. Указания по расчету стока наносов ВСН №73. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 27 с.
7. Фатуллаев Г.Ю. Современные изменения водных ресурсов и водного режима рек Южного Кавказа (в пределах Каспийского бассейна). Баку: Изд-во БГУ, 2002. 167 с.
8. Швобс Г.И. Формирование водной эрозии, стока наносов и их оценка. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 183 с.
9. Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности на речной сток. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 334 с.
10. Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 14. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. 201 с.
11. Эюбова Ф.А. Изменение стока взвешенных наносов рек северо-восточного склона Большого Кавказа в результате антропогенного влияния // Труды Азерб. географ. общ-ва. Баку, 2013. Т. XVIII. С. 250–254.
12. Francis J.S., Taylor J.A. The effect of forestly drainage operations on uplands sediment yields a study of two peatcovered catchment Earth surface process and Landforms, 1989, 14, № 1, 73–83
13. Narayana D.V., Babu R. Estimation of soil erosion in India Irrig and Drain end. 1983. Vol. 109. №4. P. 419–434.
14. Walling D.E., Webb B.W. Material transport by the worlds river JAHS Publ. 1987. № 164. P. 313–329.

M.A.Abduev

AMENDING THE RUNOFF SUSPENDED SEDIMENT AND TURBIDITY OF THE MOUNTAIN RIVERS OF AZERBAIJAN UNDER THE INFLUENCE OF ECONOMIC ACTIVITY

Based on the data network of hydrometric observations over many years evaluated the impact of economic activity on the stock of suspended sediment and turbidity of the mountain rivers of Azerbaijan by three methods : the method of comparison , the method of dependency analysis $R_g = f(Q_g)$ method, total integral curves $\Sigma R_g = f(T)$. The dependence of the annual flow of suspended sediment from the water flow in vivo and in violation of the of the form : $R_g = aQ_g^b$. Revealed that the values of the parameters "a" and "b" are most changeable in violation of the runoff .

Keywords: stock suspended sediment, turbidity, economic activity, water erosion, mountain rivers, water management, natural mode

Magamed A. Abduev, Doctor of Geography, Chair of Physical Geography and Ecology of Azerbaijan State Pedagogical University; AZ 1143 Azerbaijan, Baku, H. Javid avenue, 151; abduyevm@gmail.com, magamed@box.az