НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТОМСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
ДЕПАРТАМЕНТ НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
АДМИНИСТРАЦИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Природопользование и охрана природы:
Охрана памятников природы,
биологического и ландшафтного
разнообразия Томского Приобья
и других регионов России**

**Материалы IX Всероссийской с международным участием
научно-практической конференции**

Томск, 21–23 апреля 2020 г.

Томск
Издательство Томского государственного университета
2020

УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫМИ СИСТЕМАМИ И ПРОЦЕССАМИ

DOI: 10.17223/978-5-94621-954-9-2020-60

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ ГОРНЫХ РЕК АЗЕРБАЙДЖАНА ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE STOCK OF WEIGHED WEIGHTS OF THE MOUNTAIN RIVERS OF AZERBAIJAN

М.А. Абдуев

M.A. Abduev

*Азербайджанский государственный педагогический университет,
Институт Географии Национальной Академии наук Азербайджана, г. Баку
abduyevm@gmail.com*

На основании данных сетевых гидрометрических наблюдений за многолетний период произведена оценка трансформации стока взвешенных наносов горных рек Азербайджана. Для количественной оценки антропогенной трансформации стока взвешенных наносов проведен анализ зависимостей средних годовых расходов взвешенных наносов и воды, $R_g = f(Q_g)$. Установлено, что в связи с постройкой водохранилищ естественный режим стока наносов коренным образом изменился.

Based on the data of network hydrometric observations over a multi-year period, the transformation of suspended sediments of mountain rivers of Azerbaijan into the stock has been estimated. To quantify the anthropogenic transformation of suspended sediment runoff, we analyzed the dependences of the average annual flow rates of suspended sediment and water, $R_g = f(Q_g)$; It was revealed that in connection with the construction of reservoirs, the natural regime of sediment runoff has radically changed.

Ключевые слова: сток взвешенных наносов, антропогенная трансформация, водная эрозия, горные реки, водохозяйственные мероприятия, естественный режим.

Keywords: suspended sediment runoff, anthropogenic transformation, water erosion, mountain rivers, water management measures, natural regime.

Антропогенная трансформация стока взвешенных наносов 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 трансформации стока речных наносов под влиянием антропогенных факторов необходимо для решения многих задач, связанных с расчетами сроков заиления водохранилищ, оросительных и других сооружений, а также мониторингом качества вод. Поэтому проблема оценки антропогенного воздействия на гидрологический режим стоит в центре внимания современной гидрологической науки. Актуальность этих задач возрастает на современном этапе мощного антропогенного воздействия на природную среду и активизации водно-эрозионных процессов. Водная эрозия является, прежде всего, процессом физического удаления почвы и грунта. Антропогенное воздействие увеличило интенсивность этого явления и в настоящее время ее нередко называют антропогенной [1].

Трансформация стока взвешенных наносов рек Азербайджана представляется важной, поскольку рассматриваемая территория является давно освоенным районом орошаемого земледелия, а ее отличительной особенностью является исключительно высокая мутность речных вод, которая усложняет их эффективное хозяйственное использование.

Для количественной оценки антропогенной трансформации стока взвешенных наносов обычно анализируются зависимости средних годовых расходов взвешенных наносов и воды, $R_r = f(Q_r)$. Для пунктов рек Кудиалчай у с. Кюпчал, Алинджачай у с. Арафса, Дамирапаранчай у пгт. Габала, Таузчай у с. Берд, Ордубадчай у с. Нюснюс, Белоканчай у г. Белокан, Шаратюк у с. Текдам данные зависимости $R_r = f(Q_r)$ довольно тесные, коэффициенты корреляции составляют 0,92–0,98. В качестве примера на рис. 1 приведен графики зависимости $R_r = f(Q_r)$ в створе Текдам на р. Шаратюк и в створе Арафса на р. Алинджачай.

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 на разных постах изменяется по-разному: увеличивается или уменьшается, и в результате резкого изменения величины стока наносов на этих реках не обнаруживается.

Из всего комплекса антропогенных факторов, действующих в пределах речных водосборов, сооружение водохранилищ оказывает решающее влияние на режим наносов, так как в водохранилищах задерживается от 20 до 99 % и более притока наносов. Гидротехнические сооружения, построенные, в частности, в Азербайджане, существенным образом влияют на весь русловой процесс рек и их бассейны, в том числе на образование и сток наносов. Это плотины водохранилищ, плотинные головные водозаборные сооружения, каналы и другие гидротехнические сооружения. Трансформация руслового процесса в бьефах возведенного гидроузла происходит из-за осаждения большей части твердого стока в чаше водохранилища, вследствие чего происходит постепенное его заполнение донными наносами. Такое явление, в свою очередь, приводит к необратимым деформациям, связанным с транспортом наносов. Однако, сооружение водохранилищ – наиболее распространенный и эффективный способ устранения дефицита водных ресурсов в маловодные годы и лимитирующие периоды. И он наиболее популярен в речных бассейнах, имеющих в среднем вполне достаточные водные ресурсы, но характеризующиеся большой изменчивостью во времени.

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 [2]. 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 [3]. 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 [4]. Подобная картина характерна и для горных рек Азербайджана. При определении трансформации стока наносов анализ зависимостей $R_r = f(Q_r)$ приобретает первостепенное значение, поскольку антропогенные факторы оказывают 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 [5].

Наши исследования [6–8] показывают, 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 в естественных условиях коэффициент корреляции между стоком наносов и воды в этих реках составлял: для р. Кенделанчай – 0,88; р. Тертерчай – 0,83 и р. Ахынджачай – 0,36, то после постройки водохранилищ значения коэффициента корреляции возросли и составили: 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 гг. 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 г.). 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) для р. Кенделанчай у пгт. Красный Базар: 1 – до 1962 г.; 2 – 1962–1980 гг.; 3 – после 1981 г.

Первая из них соответствует данным наблюдений до 1962 г., вторая – в 1962–1980 гг., третья – после 1981 г. 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 – в 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 эксплуата-

цию Сарсангского водохранилища (1977 г.) проводились наблюдения над 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 точки на графиках связи за последние годы сместились в сторону оси абсцисс. После эксплуатации ГЭС (1974 г.) 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, Виляшчай – с. Шихляр, 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 годов XX в. На створах р. Ленкоранчай (г. Ленкоран), р. Нахчыванчай (с. Биченаг) в связи с возрастающей хозяйственной деятельностью расходы взвешенных наносов увеличились от 2 (р. Ленкоранчай – г. Ленкоран) до 6 раз (р. Нахчыванчай – с. Биченаг), причем при относительном постоянстве водности рек (рис. 3).

Трансформация 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.

Рис. 3. Зависимость среднегодовых расходов взвешенных наносов (R) от расходов воды (Q) для р. Нахчыванчай у с. Биченаг: 1 – до 1971 г.; 2 – с 1972 г.

Рис. 4. Зависимость среднегодовых расходов взвешенных наносов (R) от расходов воды (Q) для р. Шамкирчай у с. Верх. Чайкенд: 1 – до 1971 г.; 2 – с 1972 г.

Таким образом, для определения антропогенной трансформации стока взвешенных наносов рек исследуемой территории целесообразно использовать зависимости средних годовых расходов взвешенных наносов и воды.

Литература

1. Швебс Г.И. Формирование водной эрозии, стока наносов и их оценка. Л. : Гидрометеиздат, 1974. 183 с.
2. Walling D.E., Webb B.W. Material transport by the worlds river // JAHS Publ. 1987. № 164. P. 313–329.
3. Narayana D.V., Babu R. Estimation of soil erosion in India // JIrrig and Drain end. 1983. V. 109, № 4. P. 419–434.
4. Прыткова М.Я. Географическая зональность осадконакопления в малых водохранилищах // Тр. V гидрол. Съезда. Л., 1988. Т. 10, кн. 2. С. 69–75.
5. Эрозия почв и русловые процессы. М. : Изд-во МГУ, 2004. Вып. 14. 201 с.
6. Абдуев М.А., Эюбова Ф.А. Влияние антропогенных факторов на сток взвешенных наносов рек Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской Республики) // Известия Академия наук Азербайджана. Серия наук о Земле. 2000. № 3. С. 53–56.
7. Абдуев М.А. Об изменении стока взвешенных наносов и мутности горных рек Азербайджана под влиянием хозяйственной деятельности // Географический вестник. 2015. № 1 (32). С. 29–37.
8. Абдуев М.А., Габиев Т.Дж. Трансформация стока наносов при антропогенных воздействиях на горных реках Азербайджана // Материалы международной научной конференции. Казань, 2019. С. 457–460.

DOI: 10.17223/978-5-94621-954-9-2020-61

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ИРТЫШ-ОБСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА В РАЙОНЕ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА THE HYDRODYNAMIC REGIME OF GROUNDWATER IN THE IRTYSH-OB ARTESIAN BASIN IN THE REGION OF THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT

А.А. Балобаненко², Д.И. Васильев^{1,2}, А.С. Манухина²
A.A. Balobanenko², D.I. Vasiliev^{1,2}, A.S. Manukhina²

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*

² *Филиал «СРЦ ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология», г. Томск*
vaslev_h@mail.ru

Естественные условия формирования гидрогеодинамического режима подземных вод характерны для большей части Сибирского федерального округа и определяются ландшафтно-климатическими факторами, особенностями геологического строения, гидрогеологических условий и геокриогенной обстановки территории.

The natural conditions for the formation of the hydrogeodynamic regime of groundwater are characteristic of most of the Siberian Federal District and are determined by landscape and climatic factors, features of the geological structure, hydrogeological conditions, and geocryogenic conditions of the territory.

Ключевые слова: гидродинамический режим, подземные воды, сибирский федеральный округ.

Keywords: hydrodynamic regime, groundwater, Siberian Federal District.

Данные о режиме уровней подземных вод могут быть получены только на основе периодических наблюдений. Интерпретация многолетних наблюдений по большому числу наблюдательных скважин становится серьезной задачей, решение которой, зачастую, не под силу даже опытным экспертам. Таким образом, формализованная типизация режима уровней по данным наблюдений является исключительно актуальной.