

*Ф.А. Иманов, Н.И. Гасанова*

## **МНОГОЛЕТНИЕ КОЛЕБАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА ГОРНЫХ РЕК**

*F.A. Imanov, N.I. Hasanova*

## **LONG TERM FLUCTUATIONS OF MOUNTAIN RIVER MAXIMUM FLOW**

*Для управления паводками с целью уменьшения ущерба, причиняемого ими, требуются данные о многолетних колебаниях максимального стока. Выполнена оценка однородности рядов максимальных расходов воды, установлены закономерности цикличности и синхронности, выявлены линейные тренды.*

*Ключевые слова: паводок, максимальный сток, однородность ряда, цикличность, синхронность, синфазность, тренд.*

*In order to manage floods for damage elimination caused by relevant information of maximal flow is required. The assessment of maximal water discharges homogeneity ranges is carried out, as well as, the regularity of synchronism and recurrence established, the linear trends of ranges has been determined.*

*Key words: flood flow, high runoff, series homogeneity, cyclicity, synchronism, equiphase condition, trend.*

В связи с развитием экономики и совершенствованием системы управления усилилась необходимость правильного учета свойств и закономерностей многих природных явлений и процессов, в том числе в широком и планомерном использовании водных ресурсов. Это же вызывает повышенный интерес к проблеме многолетних колебаний максимального стока, его цикличности, синхронности и асинхронности в различных бассейнах и районах.

Многолетние колебания максимального стока представляют собой сложный многофакторный процесс, в формировании которого участвуют разнообразные явления и случайные составляющие, действуют сложные, прямые и обратные связи, которые по-разному проявляются в тех или иных физико-географических условиях.

Максимальные расходы воды рек бассейна Куры в пределах республики Азербайджан формируются как дождевыми, так и тальными водами. Оценка однородности подобных рядов приобретает особую важность [Мамедов, 1989].

Для анализа однородности использованы 44 ряда наблюдений за максимальным стоком с продолжительностью 30 лет и более. Оценка однородности для рядов максимальных расходов воды рек произведена по критериям Стьюдента, Фишера и Уилкоксона. Анализ рассчитанных коэффициентов внутрирядной корреляции по этим рядам показал, что они статистически незначимы и ими можно пренебречь.

Обобщив результаты анализа однородности рядов максимальных расходов, можно утверждать, что только 16 (36 %) из них не противоречат выдвигаемой

гипотезе однородности по всем трем рассматриваемым критериям. Из 44 рядов наблюдений по одному критерию неоднородны 13 (30 %), по двум критериям – 7 (16 %) рядов наблюдений. По всем трем критерием неоднородны 8 (18 %) рядов.

Исследования многолетних колебаний речного стока показали, что они происходят с заметно выраженным группированием лет различной водности. В работе использован один из наиболее распространенных методов – нормированные интегрально-разностные кривые (ИРК). ИРК построены для всех 44 пунктов наблюдений за максимальным стоком рек бассейна Куры, примеры которых приведены на рис. 1.

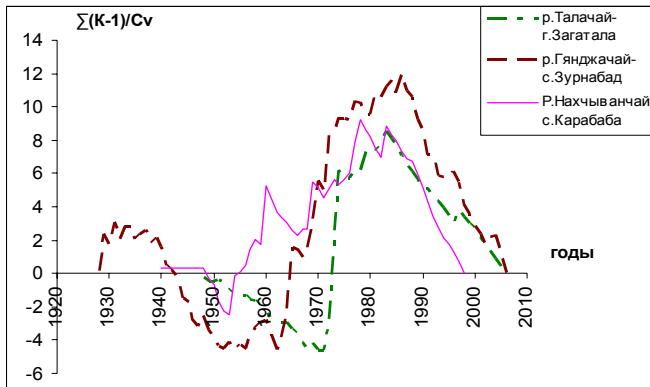


Рис. 1. Интегрально-разностные кривые максимальных расходов воды рек бассейна Куры

Этот метод является наглядным и позволяет достаточно объективно выявить длиннопериодные циклические колебания и определить их параметры, что очень важно для выбора репрезентативного периода при оценке основных параметров вероятностного распределения максимального стока.

В результате анализа ИРК максимального стока рек по основным переломным точкам были выделены маловодные и многоводные фазы стока как малой, так и большой продолжительности. Поскольку водность отдельных лет или очень коротких фаз на некоторых реках может носить случайный характер, основные переломные годы были установлены по совокупности кривых.

На многих реках внутри выделенных продолжительных маловодных и многоводных фаз максимального стока можно заметить наличие одного или нескольких коротких многоводных (маловодных) групп лет, которые вызваны местными факторами.

Анализ ИРК позволил установить некоторые общие закономерности многолетних колебаний максимального стока бассейна Куры, которые приводятся ниже.

Анализ ИРК рек южного склона Большого Кавказа показал, что с 40-х годов прошлого века начинается маловодная фаза, конец которой приходится на конец 60-х и начало 70-х годов. Многоводная фаза завершается к середине 80-х

годов, после чего начинается маловодная фаза. Следовательно, период этого цикла составляет в среднем 30-40 лет, границы циклов четкие. На левобережных притоках р. Куры циклы с меньшей продолжительностью практически не выделяются.

На ИРК основных рек северо-восточного склона Малого Кавказа можно выделить один продолжительный цикл с периодом 40–50 лет. Маловодная фаза этого цикла начинается с конца 20-х – начала 30-х годов и кончается в середине и конце 50-х годов, после чего начинается многоводная фаза. Единая граница начала многоводной фазы в этой зоне не прослеживается. Она приходится на некоторых реках на середину 50-х годов, в других случаях – на начало 70-х годов. Здесь часто среди продолжительных циклов выделяются более короткие с периодом 4–14 лет.

На ИРК левобережных притоков бассейна реки Аракс, так же как на правобережных притоках реки Куры, четких границ начала и конца многоводной фазы выявить не удалось. Очень часто повторяются менее продолжительные циклы с периодом 6–16 лет. Хорошо прослеживаются большие циклы с периодом 35–45 лет, которые начинаются в середине 50-х – начале 60-х годов и продолжаются до 1998–1999 гг.

При анализе синхронности многолетних колебаний речного стока обычно предпочтение отдается аналитическим методам, которые в отличие от графических методов позволяют определять степень синхронности колебаний стока.

Для исследования степени синхронности многолетних колебаний максимального стока рек бассейна Куры были использованы интегрально-разностные кривые и рассчитаны матрицы парных коэффициентов корреляции по этим же пунктам.

На некоторых реках южного склона Большого Кавказа отмечаются довольно высокие коэффициенты корреляции. Так, для рек Белоканчай, г. Белоканы, Талачай, г. Загагалы, Курмухчай, с. Илису, Чхотурмас, близ устья, и Дамарчик, близ устья, эти коэффициенты корреляции изменяются в пределах 0,63–0,95. Наряду с этим на отдельных группах рек южного склона Большого Кавказа парные коэффициенты корреляции очень низкие и даже отрицательные, но их мало и они статистически незначимы.

Синхронность стока рек северо-восточного склона Малого Кавказа выражена очень слабо. Лишь 9 коэффициентов корреляции из 135 превосходят значение 0,50. Очень много отрицательных коэффициентов корреляции и коэффициентов, близких к нулю. Наиболее тесная связь обнаружена между реками Гераньчай, с. Юхары Агджакенд и Турагайчай, с. Магавуз, что подтверждает ИРК.

Почти такая же картина, как на правобережных притоках реки Куры, наблюдается и на левобережных притоках бассейна реки Аракс. На ИРК этих рек можно наблюдать синфазность стока лишь в определенные фазы стока. В этом районе коэффициенты корреляции довольно низкие. Лишь в 10 случаях из 55 коэффициенты корреляции превосходят величину 0,50. Достаточно много от-

рицательных коэффициентов корреляции и коэффициентов, близких к нулю. Анализ ИРК этих рек показывает, что даже синфазность в колебаниях максимального стока не наблюдается.

В настоящее время для анализа тенденции колебаний расходов воды рядов с продолжительным периодом наблюдений широко используется метод линейного тренда [Burn, 2002; Kundzewicz, 2002; Svensson, 2004]. Статистическая значимость линейного тренда максимальных расходов воды была оценена по значениям коэффициента парной корреляции.

Трендовый анализ рядов максимального стока показал, что на реках южного склона Большого Кавказа в рядах максимального стока, со статистической точки зрения, значимых трендов мало. В основном наблюдается незначимый отрицательный тренд (10 рек). Лишь для одной реки характерен незначимый положительный тренд и ещё на 4-х – тренда нет. Разнонаправленные тренды на реках северо-восточного склона Малого Кавказа распределены следующим образом: 5 – положительных, 5 – незначимых отрицательных, 3 – значимых отрицательных и 2 – тренда нет. Линейный тренд максимального стока рек бассейна Аракс показал что, в основном, тенденция отрицательная, повышение стока наблюдается на 2х реках, тренда нет – на 3-х.

Обобщенная картина линейного тренда максимального стока по рекам бассейна Куры представлена на рис. 2. На этих графиках показаны тренды суммарного максимального стока за период 1960–2006 гг. Анализ этих графиков показывает, что в бассейне Куры четко прослеживается отрицательная тенденция, т.е. максимальный сток уменьшается.

Таким образом, проведенный анализ статистической структуры многолетних рядов максимального стока горных рек бассейна Куры показал, что для части рядов (34 %) гипотеза однородности опровергается. Наибольшее число неоднородных рядов максимального стока рек приходится на южный склон Большого Кавказа. Это обстоятельство нужно учитывать при оценке параметров распределения вероятностей максимального стока рек и при исследовании максимального стока.

Обобщив результаты анализа цикличности максимального стока рек бассейна Куры по интегрально-разностным кривым, можно сделать вывод, что исследуемым рядам свойственны практически одни и те же циклические составляющие с периодами 4–16, 30–50 лет. Для многолетних колебаний максимального стока изучаемых рек характерно чередование маловодных и многоводных периодов водности. Выделить четкие циклы с одинаковым периодом для отдельных районов не представляется возможным, т.к. статистическая структура максимального стока характеризуется большим разнообразием.

Данный метод позволяет выявить не только длиннопериодные циклы, но и судить о синхронности (асинхронности) максимального стока. Постоянная синхронность в колебаниях стока рек отсутствует. Даже в экстремальные годы водность рек далеко не всегда одинакова по знаку, а отдельные реки, независи-

мо от типа их питания, находящиеся на сравнительно небольшом расстоянии друг от друга и на одном и том же склоне хребта, могут оказаться в многоводные годы маловодными и наоборот. Как правило, периоды маловодных лет имеют большую продолжительность, чем многоводных. Довольно часто наблюдается резкий переход от одного экстремального года к другому.

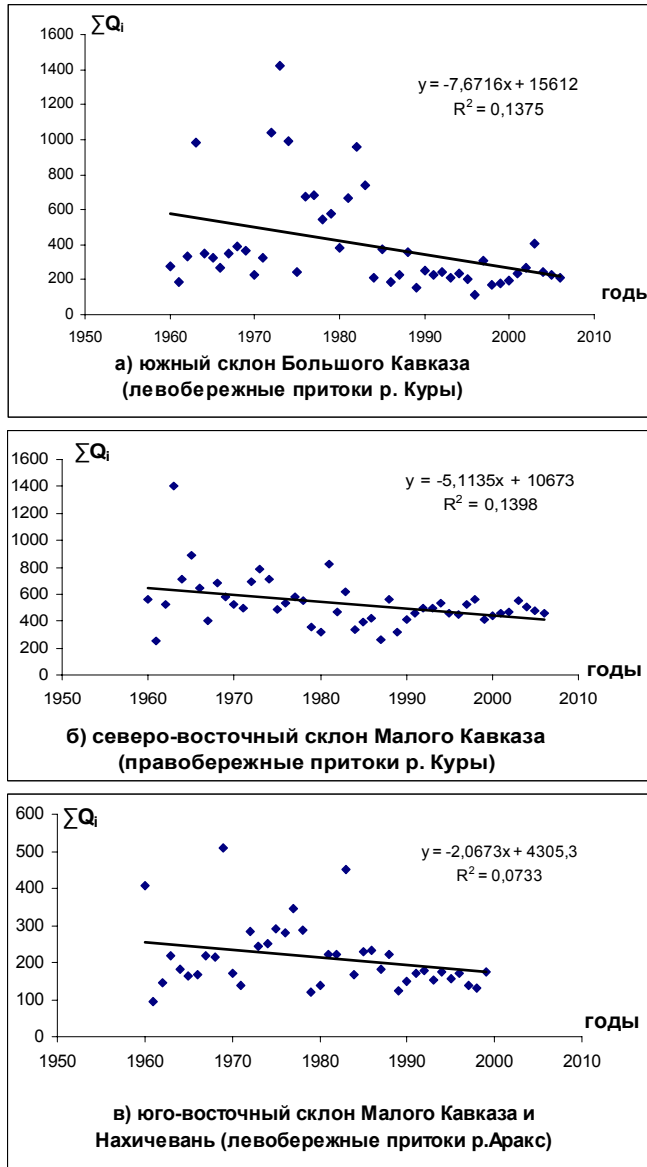


Рис. 2. Линейный тренд суммарного максимального стока рек бассейна Куры по регионам

Наибольшее количество существенных положительных связей отмечено на южном склоне Большого Кавказа, а наибольшее количество слабых и отрицательных связей – на реках Малого Кавказа, то есть на левобережных притоках р. Куры и на правобережных притоках р. Аракс. В целом, выявлена тенденция уменьшения максимальных расходов воды в конце 80-х годов прошлого века. Необходимо разрабатывать национальную стратегию управления водными ресурсами страны, особенно в период максимального стока. При этом наряду с инженерными методами, следует развивать и современные неинженерные методы управления паводками [Иманов, 2007].

### **Литература**

1. *Иманов Ф.А., Гасанова Н.И., Гумбатова Ш.Ю., Исмаилов В.М.* Наводнения в бассейне Куры (в пределах Азербайджана) // География сегодня и завтра. Материалы научной конференции. Баку, 2007, с. 164–166.
2. *Кузин П.С.* Циклические колебания стока рек Северного полушария. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 179 с.
3. *Мамедов М.А.* Расчеты максимальных расходов воды горных рек. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 183 с.
4. *Природа многолетних колебаний речного стока / Под ред. И.П. Дружинина.* – Новосибирск: Наука, 1976. – 335с.
5. *Пространственно-временные колебания стока рек СССР / Под ред. А.В. Рождественского.* – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 376 с.
6. *Раткович Д.Н.* Многолетние колебания речного стока. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 255 с.
7. *Рождественский А.В., Чеботарев А.И.* Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 424 с.
8. *Burn, D.H., Hag Elnur, M.A.* (2002) Detection of hydrologic trends and variability. *J.Hydrol.*, 255, 107–122 pp.
9. *Kundzewicz, Z.W., Robson, A.* (2000) Detecting trend and other changes in hydrological data. World Meteorological Organization Report WMO/TD-No 1013, Geneva, May, 2000.
10. *Svensson C., Kundzewicz Z.W., Maurer T.* (2004) Trends in flood and low flow hydrological time series. WMO/TD-No. 1241, 44 pp.