

## Многолетняя динамика изменчивости водных ресурсов в бассейне реки Урал (в пределах Республики Башкортостан)

А. М. Гареев\*, В. И. Барышев

*Башкирский государственный университет*

*Россия, Республика Башкортостан, 450076 г. Уфа, улица Заки Валиди, 32.*

*\*Email: hydroeco@mail.ru*

Представлены результаты исследований пространственно-временной изменчивости водных ресурсов бассейна реки Урал в пределах Республики Башкортостан. Отражены характеристики изменения речного стока в многолетнем разрезе с выделением многоводных и маловодных фаз. Установлено, что снижение речного стока в последние годы связано с циклическими колебаниями гидрометеорологических условий на речных бассейнах, а также последствиями изменения климата. Раскрыты основные тенденции изменения годового, максимального и минимального стока в зависимости от влияния естественных и антропогенных факторов.

**Ключевые слова:** бассейн, река Урал, маловодные и многоводные фазы, сток, максимальные и минимальные расходы воды, хозяйственная деятельность, водохранилища, зарегулированность стока.

Актуальность работы заключается в том, что бассейн реки Урал в пределах Республики Башкортостан характеризуется довольно сложной водохозяйственной и экологической обстановкой. Основными причинами, обуславливающими такую обстановку, являются: 1) высокая концентрация объектов горнодобывающего профиля расположенных в Учалинском, Баймакском, Хайбуллинском районах, соответственно, значительные показатели их негативного влияния на количественные и качественные характеристики водных ресурсов; 2) существенная изменчивость гидролого-климатических условий в пространстве и времени, вследствие влияния барьерной роли Уральских гор и др. [2].

Характерной особенностью является то, что в пределах изучаемой территории происходит формирование значительной части стока р. Урал, играющей большую роль в решении проблем водопользования в пределах среднего и нижнего участков, приуроченных к Оренбургской, Челябинской областям РФ и Казахстану.

### Объекты и методы

Анализ гидрологических данных производился по рекам бассейна реки Урал в пределах территории Республики Башкортостан. В качестве исходной информации использованы данные гидрологических наблюдений по 9 водомерным постам с момента основания по 2015 г. (рис. 1).

В ходе выполнения исследования были приняты методы: статистического, графического и картографического анализа исходной информации. Наиболее существенные результаты, отражающие изменчивость изучаемых показателей во времени, получены на основании применения методов скользящих  $n$ -летий, разностных интегральных кривых (РИК) и нарастающих (интегральных) сумм.

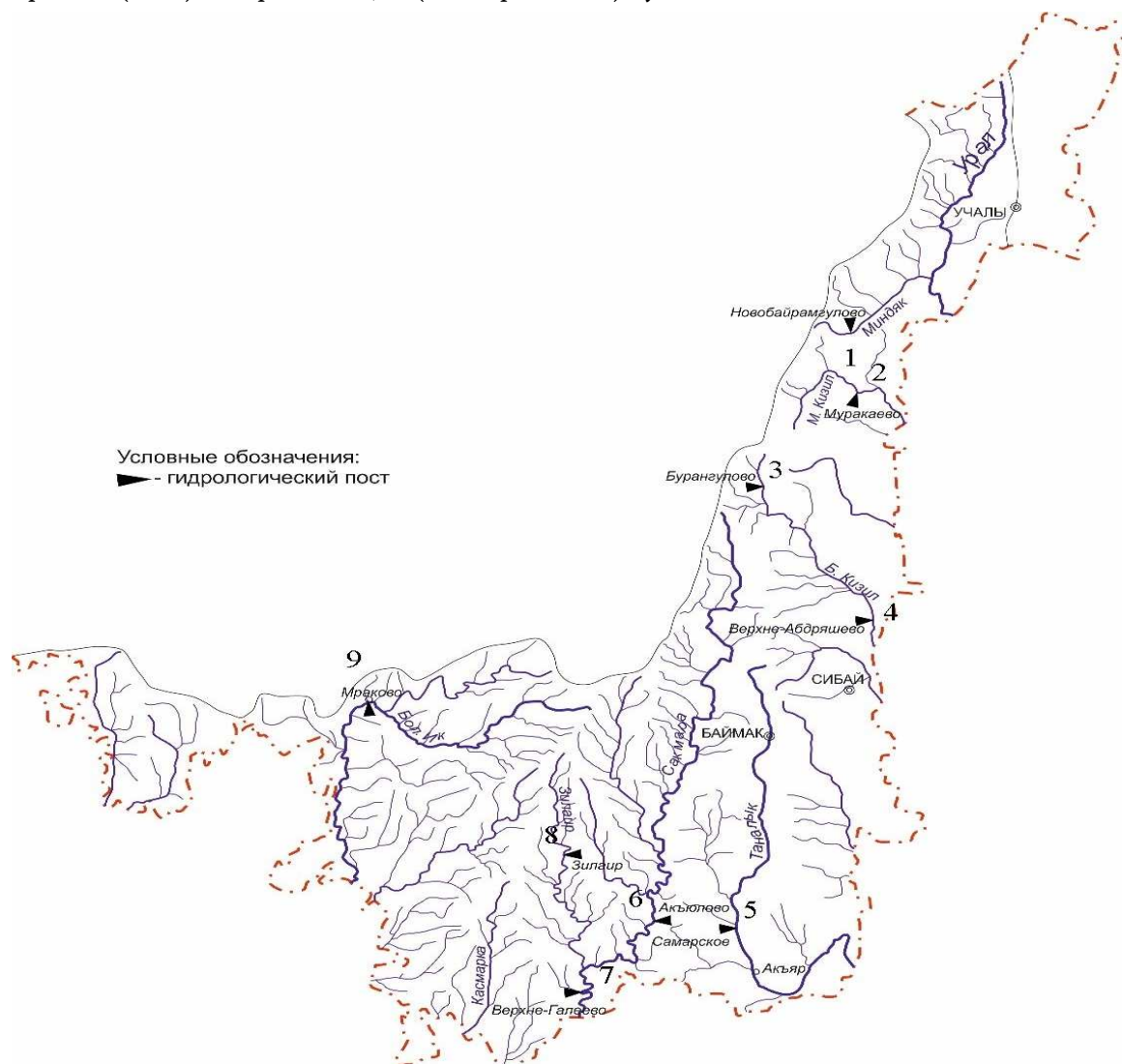


Рис. 1. Гидрографическая сеть и расположение гидрологических постов на реках на исследуемой территории (1 – р. Миндяк – с. Новобайрамгулово; 2 – р. Малый Кизил – пос. Муракаево; 3 – р. Большой Кизил – пос. Бурангулово; 4 – р. Большой Кизил – д. Верхне-Абдряшево; 5 – р. Таналык – с. Самарское; 6 – р. Сакмара – с. Акъюлово; 7 – р. Сакмара – д. Верхне-Галево; 8 – р. Зилаир – с. Зилаир; 9 – р. Большой Ик – д. Мраково).

В пределах изучаемой территории характеристики речного стока изменяются во времени и пространстве в значительных пределах. Так, если в северной, северо-западной и западной частях, приуроченных к восточным склонам Южного Урала, годовые модули стока достигают до  $7.0\text{--}8.0 \text{ л/с*км}^2$ , то на востоке и юго-востоке они снижаются

до 1.5–2.0 л/с\*км<sup>2</sup>, при соответствующих значениях выпадения годовых сумм атмосферных осадков от 550–600 мм до 350–400 мм (Атлас..., 2005).

Внутригодовое распределение стока по рекам различной категории (средним и малым) отличается большой неравномерностью. Так, на долю весеннего половодья в годы средней водообеспеченности приходится до 72.8–96.1% годового стока, что отражает формирование меньших показателей стока в летне-осенний (23.4–3.3%) и зимний (9.7–2.7%) сезоны [2].

В то же время следует отметить, что по бассейнам рек, отличающимся существенной искусственной зарегулированностью водохранилищами, сток рек характеризуется более высокими показателями как летне-осеннего, так и зимнего составляющих.

С учетом большой хозяйственно-экономической и экологической значимости распределения водных ресурсов в многолетнем разрезе следует обратить особое внимание на анализ многолетних циклических и внутривековых колебаний как годового, так и минимального летне-осеннего и зимнего стока, а также выявление тенденций их изменения в многолетнем разрезе в зависимости от влияния естественных и антропогенных факторов.

Анализ материалов гидрологических наблюдений отражает то, что при наличии несущественных тенденций изменения среднегодовых расходов воды в многолетнем разрезе четко обнаруживается внутривековая цикличность (рис. 2).

Так, при довольно синхронных колебаниях изменения стока, выявленных на основании выполнения расчетов методом разностно-интегральных кривых (РИК), можно выделить то, что с 1964–1965 гг. по 1982–1984 гг. наблюдалась маловодная фаза. В последующем сформировалась многоводная фаза, продолжавшаяся с 2002–2008 гг., в настоящее время наблюдается маловодная фаза, что в целом характеризует заметное снижение речного стока в зависимости от влияния естественных и антропогенных факторов.

Разностные интегральные кривые строились по формуле:

$$\frac{\sum(K_i-1)}{C_v} = f(t),$$

где,  $K_i$  – отношение значений среднегодовых расходов воды к среднемноголетним значениям (норме);  $C_v$  – коэффициент вариации. Достоинством указанного метода является то, что на основании экстраполяции тенденций можно ориентировочно осуществить прогнозную оценку изменения речного стока в том или ином направлении. Так, по рис. 2 можно определить то, что установившаяся с 2002–2008 гг. маловодная фаза может продолжаться в ближайшей перспективе в течение десятилетия. Соответственно, это может привести к дальнейшему обострению водохозяйственной и водно-экологической ситуации в бассейнах рек.

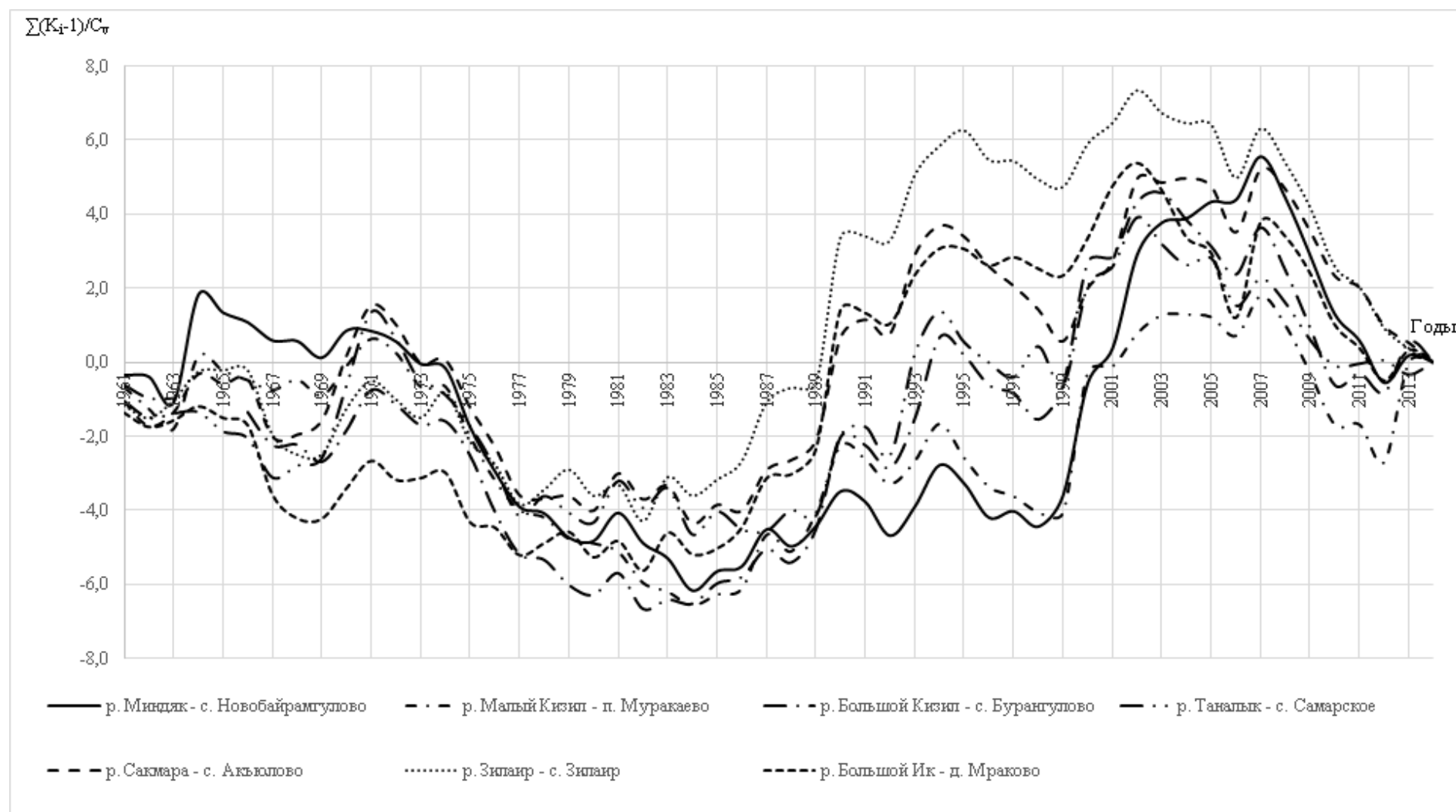


Рис. 2. Разностные интегральные кривые среднегодовых расходов воды по изучаемым рекам за 1961–2015 гг.

Как известно, применительно к решению конкретных водохозяйственных задач необходимо учитывать тенденции, абсолютные показатели изменения максимального, а также минимального летне-осеннего и зимнего стока. Так, показатели максимальных расходов воды редкой повторяемости (как правило, 1% обеспеченности) учитываются при существенном зарегулировании речного стока. Минимальные расходы воды летне-осеннего и зимнего сезонов необходимо учитывать при решении таких водохозяйственных задач, как удовлетворение потребностей коммунально-бытового и хозяйственно-питьевого водоснабжения, оросительных мелиораций и др.

На основании графического анализа изменчивости максимальных расходов воды методом скользящих 5-летий было выявлено то, что им характерны также циклические колебания при наличии небольшого изменения тренда по рекам в поле положительных и отрицательных значений. Очевидно, это зависит от местных условий циркуляций воздушных масс и изменения величин сумм атмосферных осадков зимой до начала весеннего половодья (рис. 3, 4).

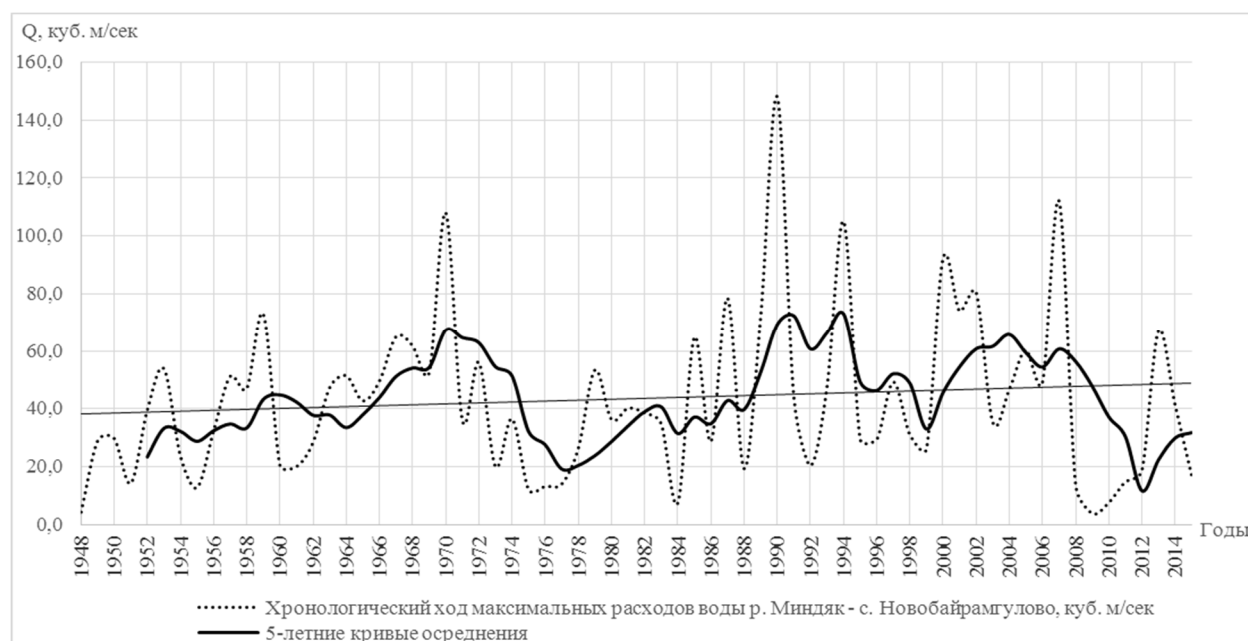


Рис. 3. График скользящего пятилетнего осреднения максимальных расходов воды по г/п р. Миндяк – с. Новобайрамгулово.

Следует обратить внимание на то, что в условиях резкой засушливости территории в пределах Зауральского пенеплена и необходимости стабильного получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур на многих малых и средних реках во времена бывшего СССР было построено значительное количество водохранилищ. В то время регулярно функционировали водохозяйственные системы, производился забор воды на орошение сельскохозяйственных земель посредством внутригодового перераспре-

деления речного стока. Однако, после развала СССР большинство оросительных систем оказались разрушенными, дождевальные агрегаты, установки и другие сооружения – разрушены. В этих условиях эффективность использования гидротехнических сооружений оказалась критически низкой, некоторые из них оказались убыточными.

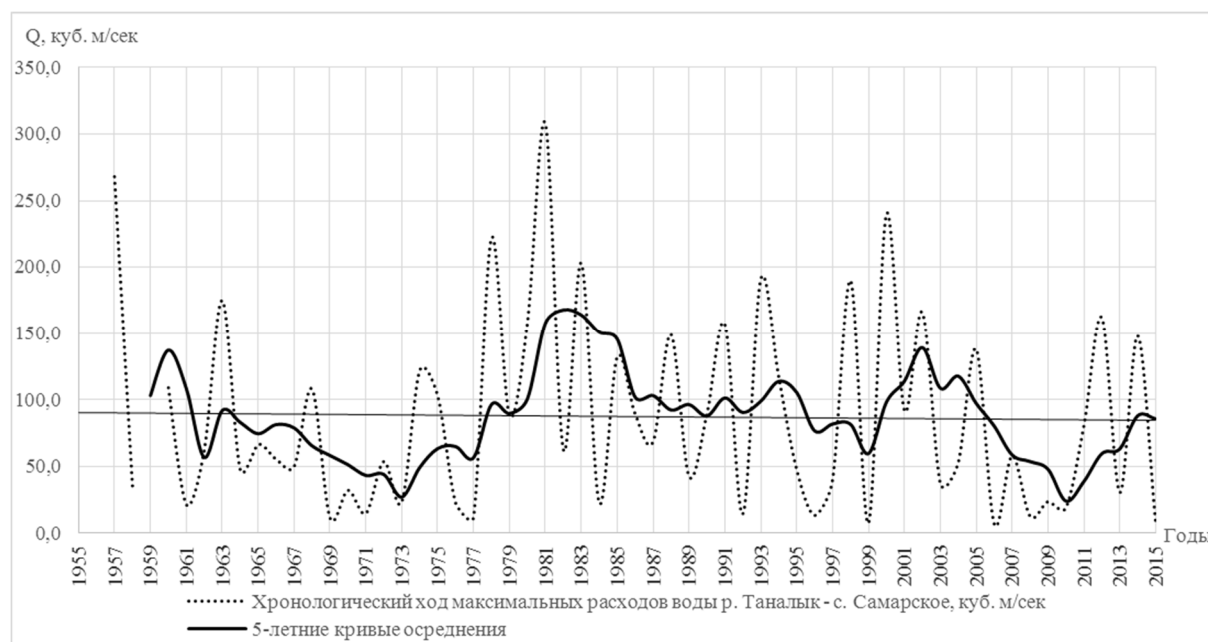


Рис. 4. График скользящего пятилетнего осреднения максимальных расходов воды по г/п р. Таналык – с. Самарское.

С учетом растущих интересов в решении водохозяйственных и водно-экологических проблем в пределах Челябинской, Оренбургской обл. РФ, а также Казахстана, особо следует обратить внимание на изменение показателей минимального стока. В целях определения абсолютных и относительных показателей изменения стока малых и средних рек в ходе выполнения исследования осуществлялся статистический и графический анализ материалов многолетних наблюдений за минимальными расходами воды в летне-осенний и зимний меженные периоды. О характере изменения речного стока в меженные периоды наиболее отчетливую картину представляют графики нарастающих (интегральных) сумм, которые отражают начало самого изменения, его тенденции, что достаточно достоверно позволяет определять величины, на которые произошло увеличение стока [1]. В качестве примера на рис. 5 представлен график нарастающих сумм минимальных расходов воды зимней межени р. Таналык по водохранилищу с. Самарское, который отражает резкое изменение речного стока в сторону увеличения, начиная с 1987 г.

Как показывают материалы, отраженные в табл. 1, по пунктам наблюдений ряда рек относительное изменение минимального 30-дневного летнего стока достигает до 29–

32 и более процентов. По р. Карагайлы (д. Старо-Сибаетово) увеличение минимального стока в среднем на 23% связано со сбросом шахтных вод [3].

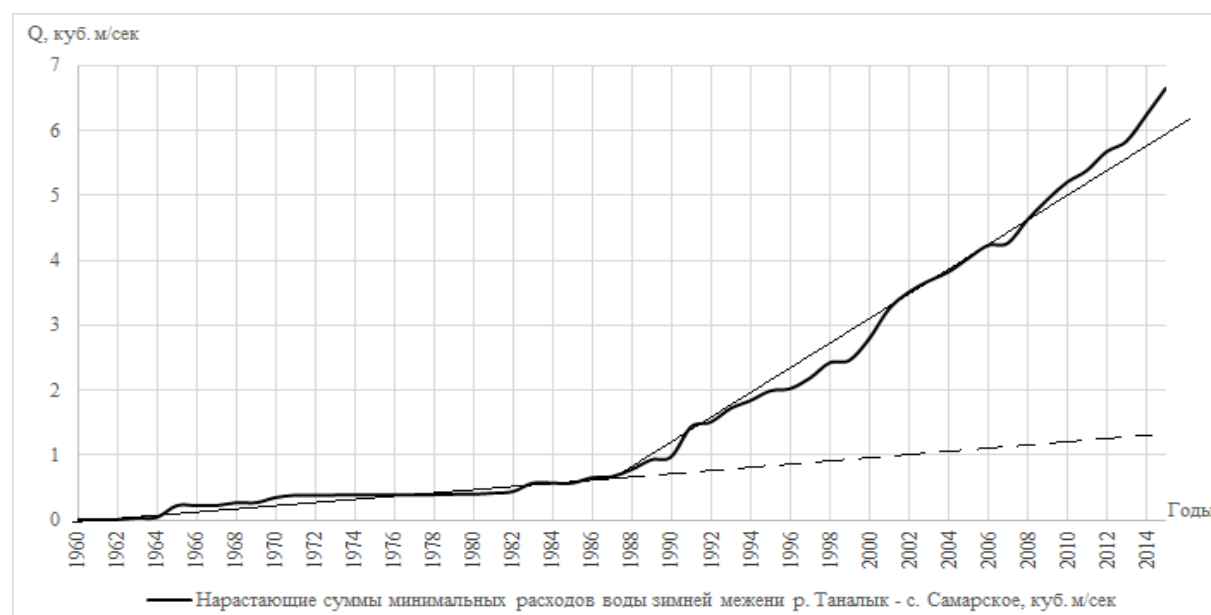


Рис. 5. Нарастающие суммы минимальных расходов воды зимней межени р. Таналык – с. Самарское.

Таблица 1. Изменение минимальных 30-дневных летних расходов воды некоторых рек в условиях искусственного зарегулирования водохранилищами

| Река-створ                     | Площадь водосбора F, км <sup>2</sup> | Средне-кв. погрешность | Относительное изменение стока, E <sub>y</sub> , % | Абсолютное изменение стока, м <sup>3</sup> /с | Примечание                 |
|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------|
| Мал. Кизил – д. Муракаево      | 503                                  | 10                     | 29                                                | 0.41                                          | Однородность ряда нарушена |
| Бол. Кизил – Бурангулово       | 212                                  | 10                     | 29                                                | 0.19                                          | Однородность ряда нарушена |
| Миндяк – с. Ново-Байрамгулово  | 785                                  | 12                     | 32                                                | 0.66                                          | Однородность ряда нарушена |
| Карагайлы – д. Старо-Сибаетово | 54.4                                 | 13                     | 23                                                | 0.05                                          | Однородность ряда нарушена |



Нарушение однородности рядов многолетних наблюдений стока свидетельствует об устойчивом его изменении. Соответствующее увеличение минимальных расходов воды малых и средних рек в летний период в условиях их зарегулирования прудами и водохранилищами, несомненно, являются положительным как с хозяйственно-экономической, так и экологической точек зрения.

Обобщая и анализируя материалы проведенных расчетов и оценок можно подчеркнуть следующее.

1. Изменчивость как среднегодовых, так и максимальных, минимальных расходов воды изучаемых рек характеризуется циклическими многолетними и внутривековыми колебаниями. С 2001–2007 гг. по настоящее время обнаруживается фаза, отражающая уменьшение характеристик речного стока.

2. Искусственное зарегулирование речного стока в условиях влияния фактора глобального потепления климата приводит к формированию значительных потерь воды на испарение с поверхности прудов и водохранилищ. Однако, показатели, отражающие увеличение минимальных расходов воды при этом, во многом превышают величины потерь воды на дополнительное испарение. Это, несомненно, имеет положительное значение при решении водохозяйственных и водно-экологических проблем как в пределах изучаемой территории, так и нижерасположенных участков р. Урал (в Челябинской, Оренбургской областях РФ и Республике Казахстан).

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, договор № 7-45-020116.*

### **Литература:**

1. Атлас Республики Башкортостан. Уфа: ГРИ «Башкортостан», 2005. 420 с.
2. Гареев А. М. Реки, озера и болотные комплексы Республики Башкортостан. Уфа: Гилем, 2012. 248 с.
3. Анализ однородности гидрологических рядов (методические рекомендации). Минск, ЦНИКВР, 1977. 33 с.

Статья рекомендована к печати кафедрой гидрометеорологии и геоэкологии Башкирского Государственного университета (д-р. геогр. наук, проф. А. М. Гареев)



## Long-term dynamics of water resources variability in the Ural River basin (within the Republic of Bashkortostan)

A. M. Gareev\*, V. I. Baryshev

*Bashkir State University*

*32 Zaki Validi Street, 450074 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.*

*\*Email: hydroeco@mail.ru*

The results of studies of the spatial and temporal variability of the water resources of the Ural River basin within the Republic of Bashkortostan are presented. Reflected the characteristics of changes in stream runoff in the long-term section with the release of high-water and low-water phases. It has been established that the decrease in stream runoff in recent years is associated with cyclical fluctuations of hydrometeorological conditions in river basins, as well as the effects of climate change. The main trends of changes in annual, maximum and minimum runoff are revealed depending on the influence of natural and anthropogenic factors.

**Keywords:** the basin, the Ural River, the low-water and high-water phases, the runoff, the maximum and minimum duty of water, the economic activity, the reservoirs, regulated runoff.