

Бажанова Л.В.

**ГИДРОЛОГИЯЛЫК МОНИТОРИНГДИ БААЛОО
ЖАНА ЖУПТУУ КОРРЕЛЯЦИЯ ЫКМА АРКЫЛУУ ДАРЫЯНЫН СУУ
АГЫМЫНЫН МААНИЛЕРИН КАЛЫБЫНА КЕЛТИРҮҮ**

Бажанова Л.В.

**ОЦЕНКА ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И
ВОССТАНОВЛЕНИЕ СТОКА РЕК МЕТОДОМ
ПАРНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ**

L. V. Bazhanova

**ASSESSMENT OF HYDROLOGICAL MONITORING
AND RESTORATION OF RIVER FLOW BY THE METHOD
OF PAIR CORRELATION**

УДК: 551.482.215

Бул илимий макалада Кыргызстандын Чүй, Ыссык-Көл жана Нарын бассейндеринин дарыяларындагы заманбап гидрологиялык мониторингди сандык жана сапаттык анализденүн жыйынтыктары келтирилген. Акыркы 25 жылдын ичинде байкоолорду жүргүзгөн гидрометеорологиялык тармагынын масштабдуу жоюлуусу суу ресурстары боюнча маалыматтардын жетишсиздикке (кээ бирде, жокко да чыгарган) алып келген. Гидрологиялык мониторингди заманбап талдоо жүргүзүүсү төмөнкүнү көрсөткөн, байкоолордун узак мөөнөттүлүгүнө жана маанисине карабастан гидропосттордун жабылышы себепсиз болгон. Жабылган гидрологиялык посттордогу өткөрүлүп жиберилген маалыматтарды калыбына келтирүү үчүн жуптуу корреляция ыкмасы менен аналог - дарыялары тандалган. Байкоолорду жүргүзө турган гидрологиялык тармакты оптимизациялаштыруу боюнча жана жуп корреляция ыкмасы менен жок маалыматтарды аналог - дарыясы аркылуу калыбына келтирүү боюнча сунуштар берилди жана корутунду жасалды.

Негизги сөздөр: гидрологиялык пост (г/п), аналог - дарыясы регрессия теңдемеси, корреляциянын коэффициентти.

В статье приведены результаты количественного и качественного анализа современного гидрологического мониторинга на реках Чуйского, Иссык-Кульского и Нарынского бассейнов Кыргызстана. Масштабное сокращение наблюдательной гидрометрической сети за последние 25 лет привело к недостатку (а порой отсутствию) информации по водным ресурсам. Анализ современного состояния гидрологического мониторинга показал, что закрытие гидропостов проводилось без какого-либо обоснования, без учета значимости и продолжительности ряда наблюдений. Методом парной корреляции были подобраны реки-аналоги для восстановления пропущенных данных наблюдений по закрытым гидрологическим постам. Сделаны выводы, даны рекомендации по оптимизации гидрологической сети наблюдений и возможность использования метода парной корреляции для восстановления отсутствующих данных методом парной корреляции по реке-аналогу.

Ключевые слова: гидрологический пост (г/пост), река-аналог, уравнение регрессии, коэффициент корреляции.

The results of quantitative and qualitative analysis of modern hydrological monitoring on the rivers of Chui, Issyk-Kul and Naryn basins of Kyrgyzstan are given in this article. Scale reduction of observational hydrometric network over the past 25 years has led to lack (and absence sometimes) of information on

water resources. Analysis of the modern state of hydrological monitoring showed that the closure of the h/posts was carried out without any justification, without taking into account the significance and duration of a number of observations. The analogue rivers were selected for restoring of the missed observation data through closed hydrological posts by the pair correlation method. The conclusions are made; the recommendations for optimizing the hydrological observation network and the possibility of using the pair correlation method for restoring the missing data by the pair correlation method on the analogue river are given.

Key words: hydrological post (h / post), analog river, regression equation, correlation coefficient.

Введение. Масштабное сокращение за последние 25 лет режимной гидрометрической сети привело к недостатку (а порой отсутствию) информации по водным ресурсам. Анализ современного состояния гидрологического мониторинга показал, что закрытие г/постов часто проводилось без какого-либо обоснования, в том числе и на основных реках, без учета значимости, с продолжительным рядом наблюдений, которые можно использовать в гидрологических расчетах в качестве аналогов для восстановления отсутствующих данных на других реках.

Гидрологическая изученность. В советский период (до 1987г.) гидрологическая информация по всем гидрологическим постам обрабатывалась и помещалась в Гидрологические ежегодники (ГЕ). С 1963 по 1980 гг. вся имеющаяся гидрологическая информация обобщалась в едином издании – Водном кадастре СССР [1-4].

В 1973 г. издается Монография «Ресурсы поверхностных вод СССР», включающая сведения о гидрологической изученности, гидрологические характеристики по всем фазам режима стока и описания по 250 г/постам [5,6].

После распада Союза перед Кыргызгидрометом встали экономические проблемы, связанные со слабым финансированием, обеспечением приборами, оборудованием и началось сокращение разветвленной гидрометеорологической сети, которое составило около 80% от действующих ранее (рис. 1, 2).

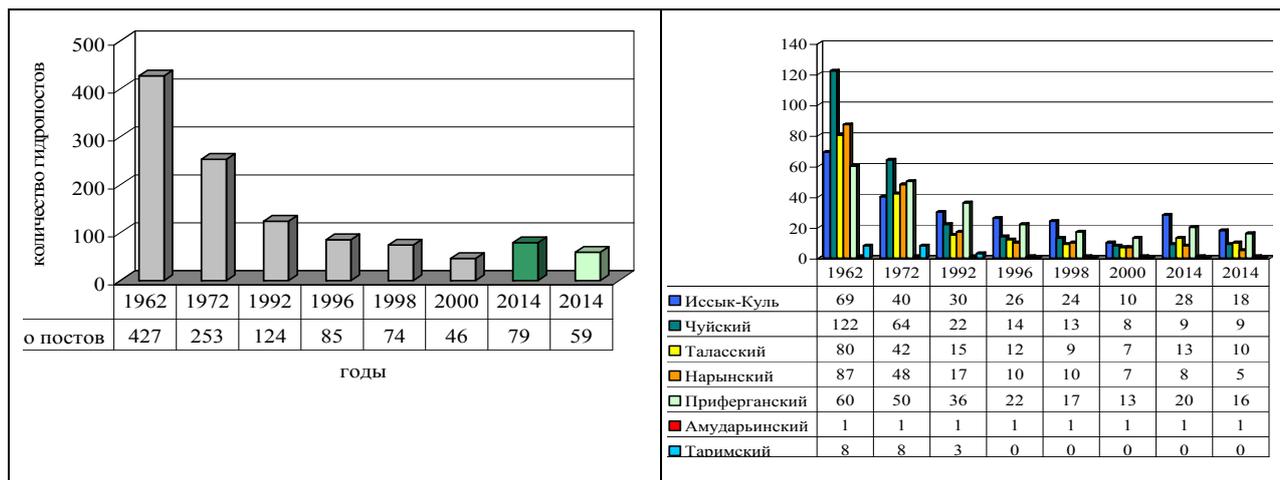


Рис. 1, 2. Динамика сокращения наблюдательной сети в целом и по бассейнам.

Процесс сокращения если и не продолжается, то оснащение г/постов оборудованием, измерительными приборами, кадрами остается в настоящее время проблематичным и не соответствует современным требованиям и запросам.

Характеристика и анализ исходных гидрологических данных. В основу анализа был взят метод линейной корреляции между двумя переменными, которая широко используется в гидрологии для приведения характеристик рядов стока к многолетним значениям путем восстановления пропущенных рядов по данным о стоке реки-аналога [7].

По данным реки-аналога и реки, с прерванными наблюдениями, строится график соответственных значений x и y , описывающий корреляционную линейную зависимость двух переменных, по которой определяются параметры линейной зависимости $y=ax+b$, соответствующие указанной группе точек. Теснота и приемлемость связи оценивается величиной коэффициента корреляции, который изменяется в пределах $\pm 1,0$.

Положительные значения коэффициента соответствуют прямой, отрицательные значения – обратной связи. Критерии оценки тесноты связи: $K < 0,54$ – связи нет; $K=0,55-0,64$ – слабая; $K=0,65-0,74$ – допустимая; $K=0,75-0,84$ – хорошая; $K=0,85-0,98$ – тесная.

Данный метод анализа был применен по рекам всех бассейнов, но в виду ограниченности объема статьи в качестве примера приведены результаты лишь по некоторым из них. При подборе аналогов все реки бассейнов группировались с учетом гидрологического районирования, площади, средней взвешенной высоты, степени оледенения водосбора и показателя типа питания (δ) [5].

Чуйский бассейн. Выделено три группы рек. Для р.Чу в гидростворе - с. Кочкорка в качестве аналога подошла р.Джергалан - с. Михайловка, для р.Чон-Кемин - устье – река Алаарча - устье р.Кашкасуу (рис. 3).

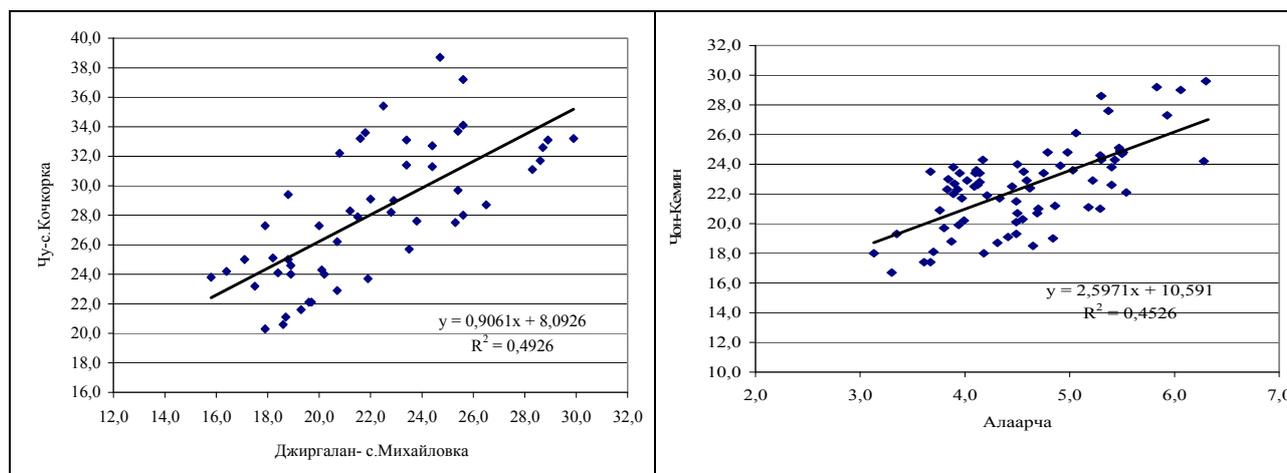


Рис. 3. Связь среднегодовых расходов по рекам.

Чу - с. Кочкорка и Джергалан, $K=0,71$.

Чон-Кемин и Алаарча, $K=0,68$.

Правые притоки р. Чу. Наиболее значимый приток р.Чон-Кемин, на которой действовали два гидрологических поста – «устье» и «устье р.Карагайлибулак», последний закрыт в 1996 г., в качестве аналога взят г/пост «устье», но и он в период 1929-2010 гг. не функционировал. Для восстановления пропусков в

наблюдениях в качестве аналога взята р.Алаарча, показавшая наиболее тесную связь ($K=0,68$). Среднегодовой сток р. Кичи-Кемин (г/пост закрыт в 1994 г.) имеет тесную связь со стоком р.Чон-Кемин-устье ($K=0,75$), по которому он и был восстановлен за период отсутствия наблюдений (рис. 4).

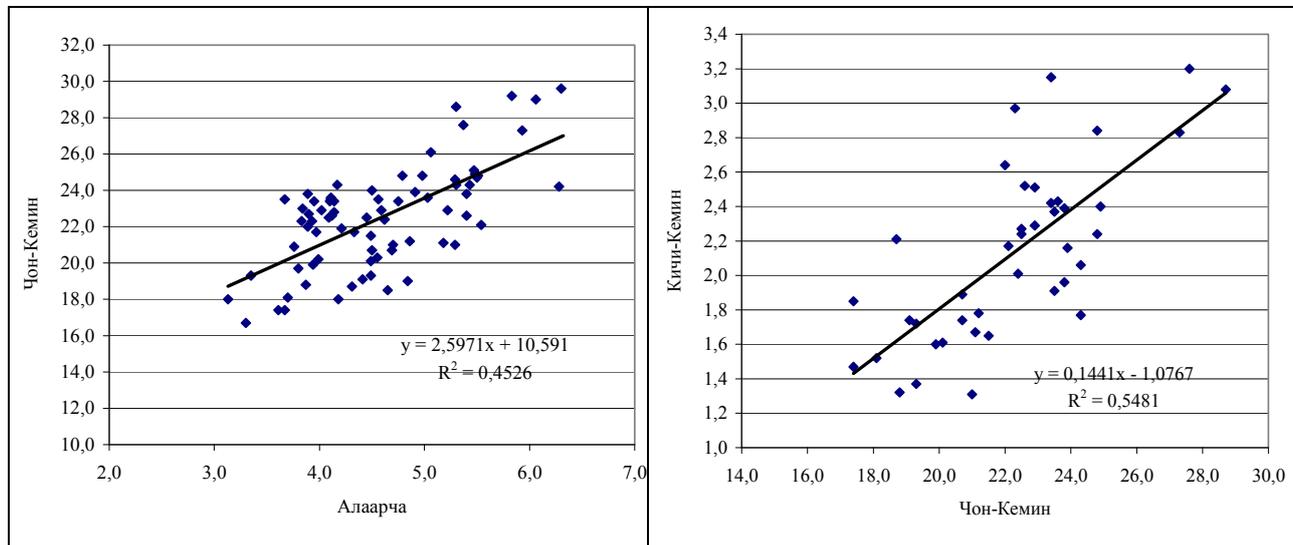


Рис. 4. Связь расходов воды рек Алаарча, Чон- и Кичи-Кемин.

Левые притоки р.Чу. К этой группе относятся все реки от Кызыл-Суу до Аспары, стекающие с северного склона Кыргызского хребта. Наиболее длинные ряды наблюдений (1928-2014 гг.) на рр.Аламедин, Алаарча и Чон-Каинды, ведутся наблюдения также на реках Кегеты, Сокулук, Кара-Балты, но есть пропуски.

Для восстановления стока р.Кызыл-Суу (пост закрыт в 1994 г.) наиболее близкая по гидрографическим и гидрологическим параметрам р.Кегеты, но и она имеет пропуски в наблюдениях (1958, 2003-2012 и 2014гг.). Поэтому сначала был восстановлен сток р.Кегеты, по р.Чон-Каинды, а затем сток р.Кызыл-Суу. Для р.Шамси в качестве аналога подошла р.Кегеты, а для р.Иссык-Ата – р. Аламедин (рис. 5,6).

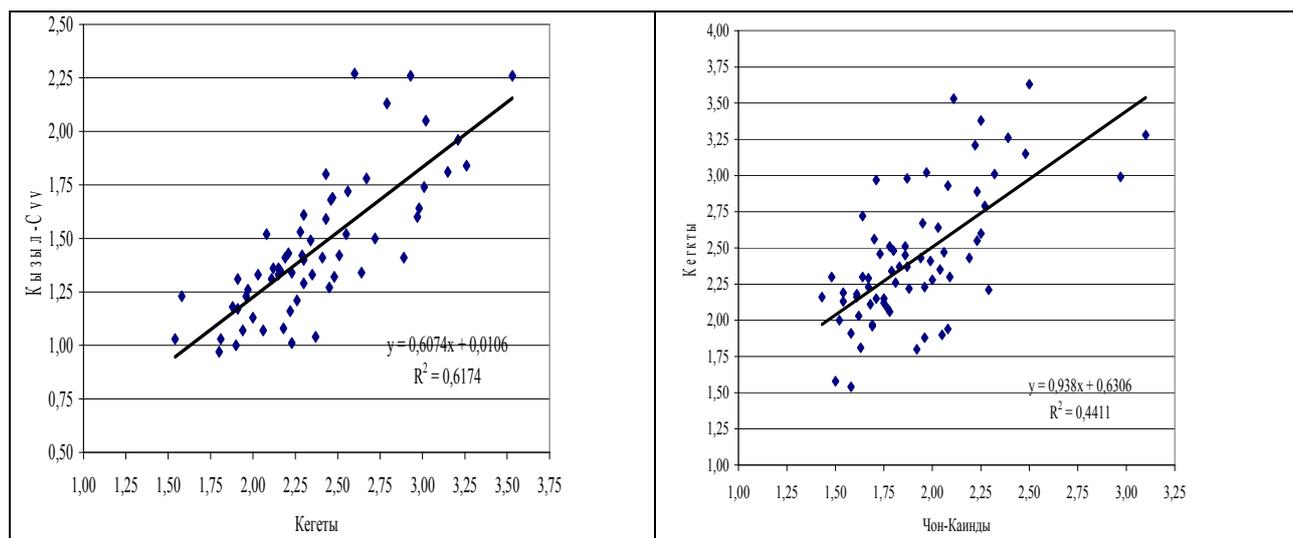


Рис. 5. Связь расходов р.Чон-Каинды.

Кызыл-Суу	Кегеты
-----------	--------

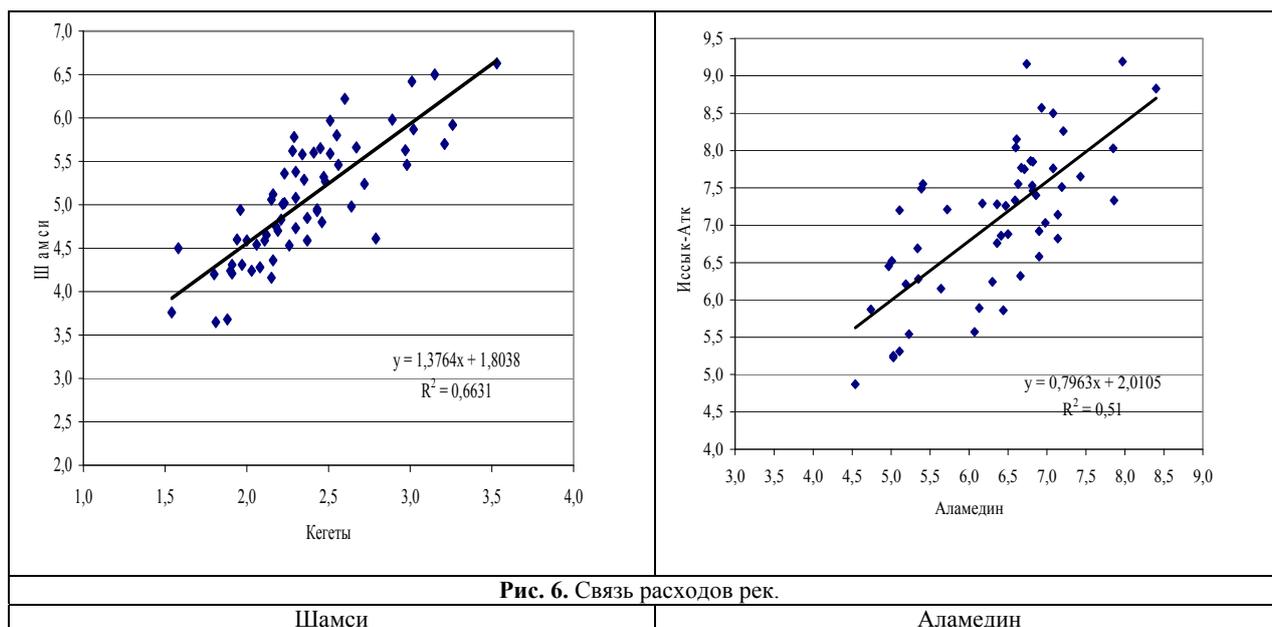


Рис. 6. Связь расходов рек.

Шамси

Аламедин

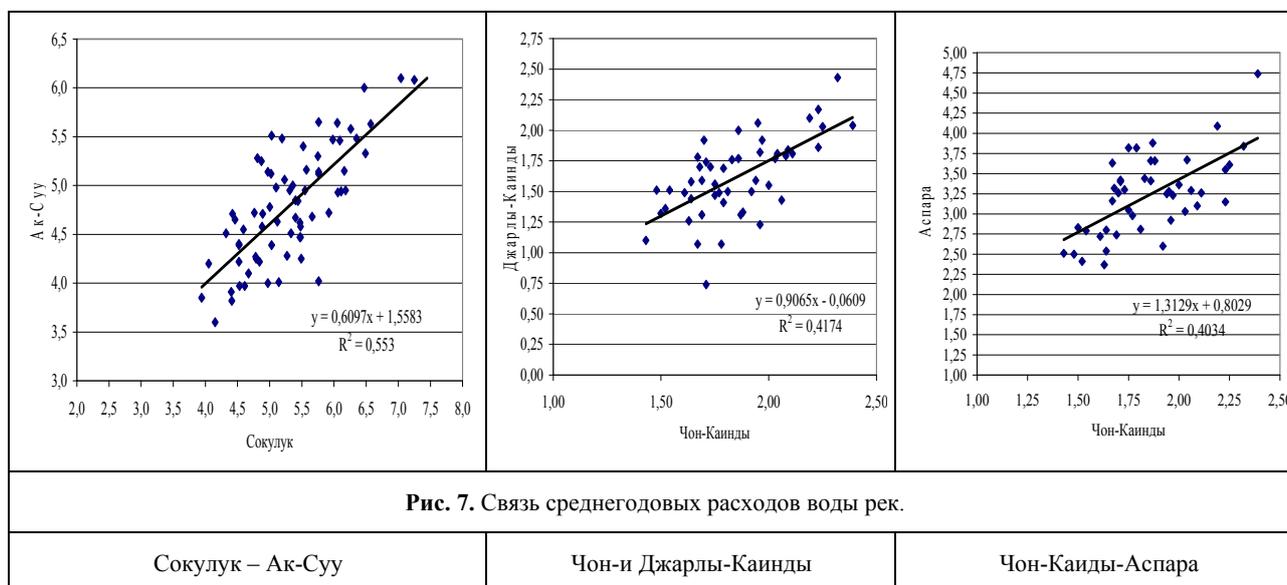


Рис. 7. Связь среднегодовых расходов воды рек.

Сокулук – Ак-Суу

Чон-и Джалры-Каинды

Чон-Каинды-Аспара

Среднегодовые расходы воды рр. Ак-Суу и Кара-Балта восстановлены по данным р. Сокулук, а рр. Джалры-Каинды и Аспара по данным наблюдений р. Чон-Каинды (рис. 7).

Не подобраны аналоги для восстановления стока по рекам Джеламыш и Чункурчак, с относительно небольшими площадями и невысокими водосборами в основном снегового питания, по этой причине реки со значительным оледенением в качестве аналогов им не подходят.

Проверка достоверности и соответствия измеренных расходов воды и подсчета стока на реках Чуйского бассейна была проведена по рекам Аламедин и Алаарча за разные периоды: до 1992 г., 1992-

2014 гг. и за весь период наблюдений по графикам связи и коэффициенту корреляции (рис. 8).

Коэффициент корреляции наиболее значимый и указывает на тесную связь аргумента и функции для периода 1929-1991 гг., величина его составляет 0,78, несколько хуже для всего периода, коэффициент корреляции – 0,73 и практически отсутствует связь для периода 1992-2014 гг., коэффициент корреляции равен 0,52.

Причина отсутствия (нарушения) связи между расходами воды этих рек в период 1991-2014гг. кроется, по-видимому, в снижении уровня качества измерений, в подсчете стока, отсутствии должного контроля и анализа полученных данных измерений.

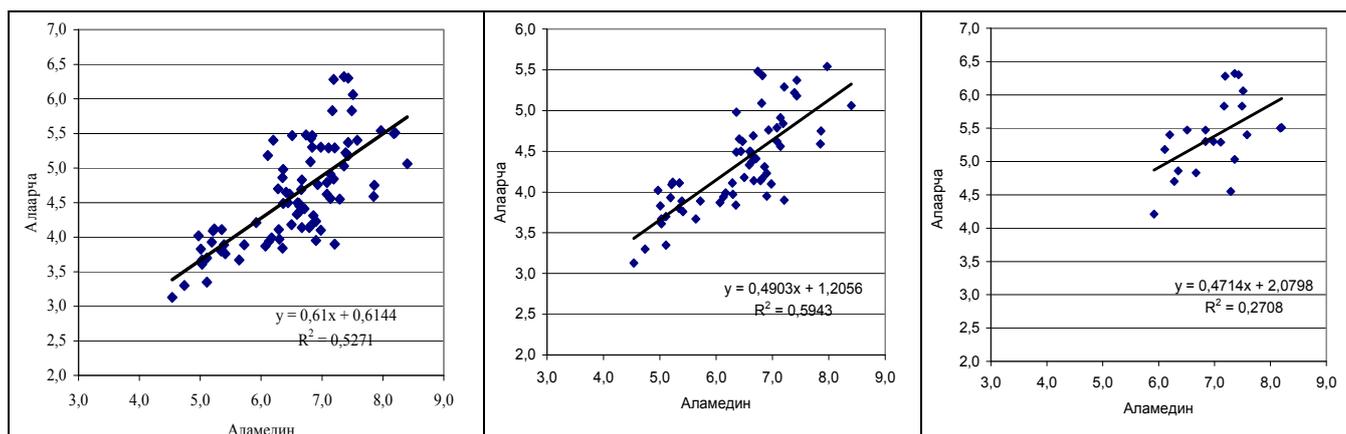


Рис. 8. Связь среднегодовых расходов воды рек Аламедин и Алаарча за: 1 – весь период 1929-2014 гг. 2 – 1929-1991 гг. 3 – 1992-2014 гг.

Нарынский бассейн занимает внутреннюю часть Тянь-Шаня, имеет наиболее расчлененный рельеф, представленный межгорными котловинами, разделенными хребтами.

В советский период на р.Нарын и её притоках действовало до 89 г/постов в настоящее время – 8, но и по действующим много пропусков в наблюдениях (за 2014 г. данные есть только по пяти). Наиболее длинные ряды наблюдений (1931-2014 гг.) по г/посту р.Нарын - г.Нарын и по р. Узунахмат – устье р.Устасай.

Участок от слияния рек Чон-Нарын и Кичи-Нарын до г. Нарын. Гидрологические посты на реках Чон- и Кичи-Нарын и Нарын-г.Нарын имеют довольно продолжительный параллельный ряд наблюдений с 1940-2014 гг., но есть пропуски, которые с допустимой степенью точности можно восстановить по связи с расходами воды по г/посту «г.Нарын».

По данным наблюдений за 1940-2014 гг. средний годовой расход воды по г/посту «г.Нарын» равен 92,7 м.куб/с, суммарный сток рек Чон- и Кичи- Нарын - 88,1 м.куб/с, разность 4,6 м.куб/с (разность максимального расхода также 4,6 м.куб/с, минимального - 2,8 м. куб/с). Расход увеличивается за счет впадения на этом участке небольших притоков (Каинды и др.). Однако, если посмотреть на график разности расходов воды между г/постом «г.Нарын» и суммарного по его составляющим, то ее величина колеблется в отдельные годы от -15 до +30 м³/с (рис. 9).

Причина заключается в не точности измерений на г/постах Чон- и Кичи-Нарына. Особенно значительные расхождения приходятся на период 1991-2014 гг. Это подтверждает тот факт, что Кыргызгидромет не проводит анализ подсчета стока и его увязку по длине реки, то, что называется русловым балансом.

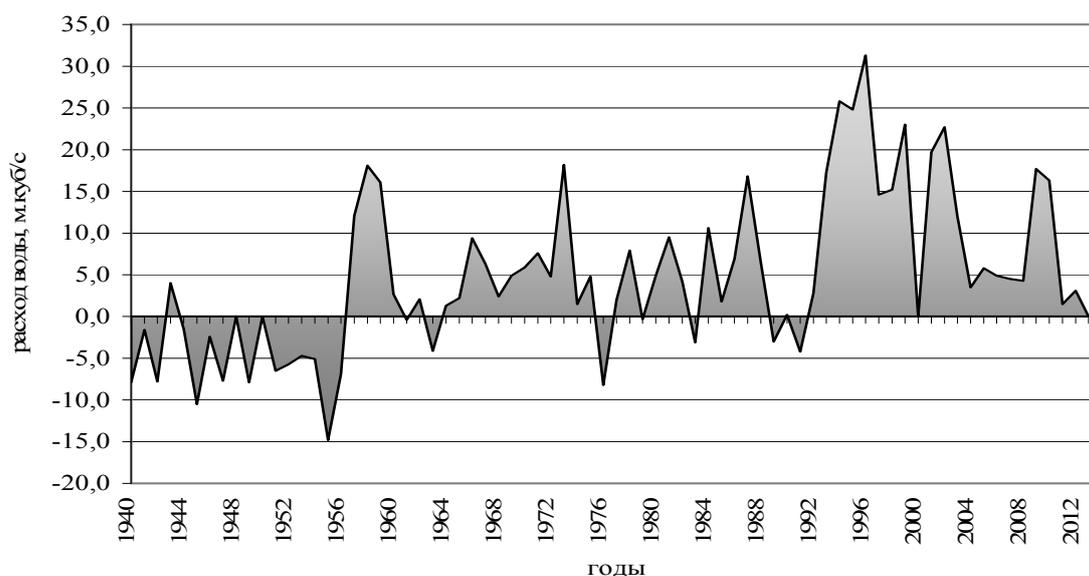


Рис. 9. Разность расходов воды р.Нарын-г.Нарын и суммарного рек Чон- и Кичи-Нарын за период 1940-2014 гг.

Участок реки от г/поста «г.Нарын» до г/поста «с. Учтерек» и приток в Токтогульское водохранилище. В настоящее время на этом участке с 1964 г. действует только один г/пост «с.Учтерек» входной в Токтогульское водохранилище (многолетнего регулирования, полный объем - 19500 млн м³ полезный - 14 000 млн м³; установленная мощность - 1200 тыс. кВт).

Это основной гидроэнергетический объект Республики, режим накопления и сброса запасов воды из которого во многом зависит от точности учета притока и его прогноза на вегетации и месяцы.

Суммарный приток в водохранилище обеспечивается стоком рек Нарын – с.Учтерек, Узунахмат – у.р.Устасай, Чичкан –5,5 км выше устья р.Бала-Чичкан, Торкент – с.Торкент. Параллельный ряд наблюдений по всем гидропостам на этих реках составляет

12 лет (1976-1987 гг.). Средний годовой приток в водохранилище за эти годы составил 347 м куб/с, в процентном соотношении 85% приходится на р.Нарын, 7,7 - Узунахмат, 4,2 - р.Чичкан и 2,7 – на р.Торкент. За последующие годы параллельных наблюдений на всех г/постах практически нет. Расчетный период для восстановления отсутствующих данных по рекам, обеспечивающим приток, взят 52 года (1964-2014гг.). В качестве аналогов с длинным рядом наблюдений использованы данные по г/постам «г.Нарын» и р.Узунахмат- у.р.Устасай (рис. 10).

Средний годовой сток р.Чичкан можно с достаточной степенью точности восстановить по данным г/поста на р.Узунахмат. Аналог для восстановления стока р.Торкент не найден, поскольку эта река относится к снеговому типу питания с невысоким водосбором ни по каким параметрам не совпадает с реками данного региона.

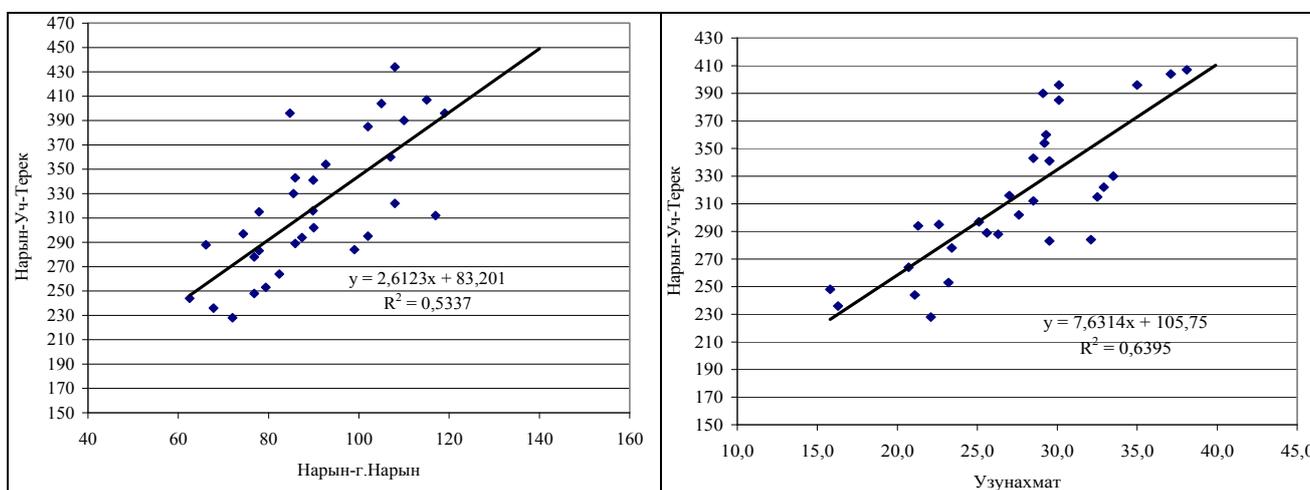


Рис. 10. Связь расходов воды р.Нарын-с.Учтерек с г/постом «г. Нарын» и р.Узунахмат.

На всех притоках р.Нарын (Кёкирим, Атбаши, Алабуга, Кёкемкрен и других) г/посты также были закрыты. Средний годовой сток большинства притоков можно восстанавливать по г/посту «г.Нарын». В качестве примера приведены притоки Атбаши, Кёкемерен (рис. 11).

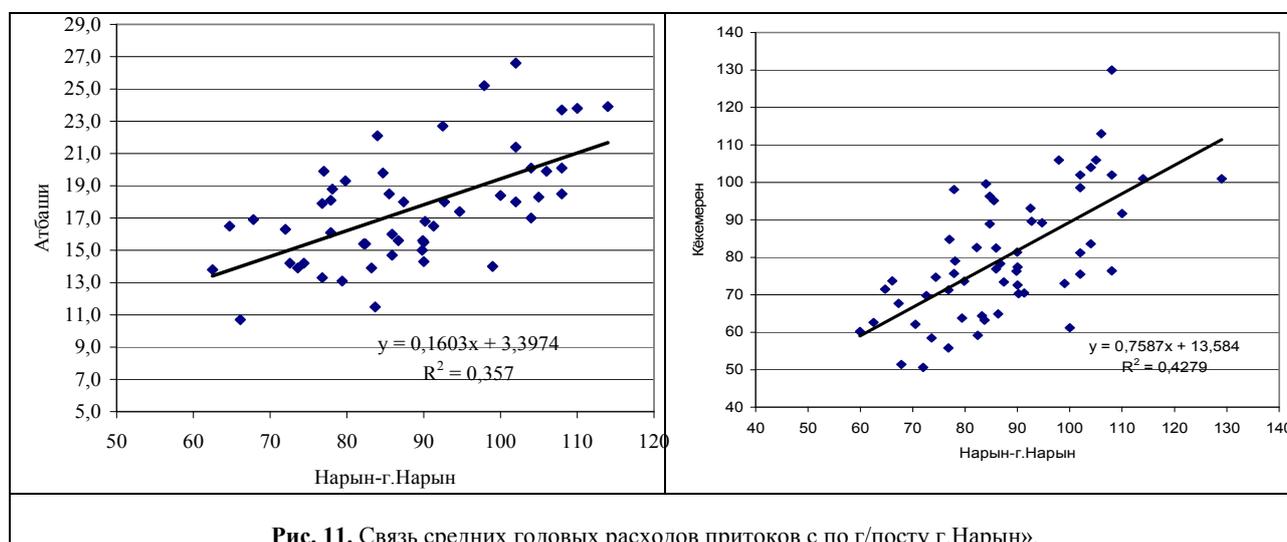


Рис. 11. Связь средних годовых расходов притоков с по г/посту г.Нарын».

Из проведенного анализа гидрологического мониторинга на реках Кыргызстана, а также оценки качества, поступающей гидрологической информации, состояния оборудования системы наблюдения и измерительных приборов на гидропостах можно сделать выводы:

- Наблюдательная гидрометрическая сеть на реках рассмотренных бассейнов сокращена после 90-х годов прошлого столетия до недопустимого минимума (80%).

- Действующие гидрологические посты и в настоящее время имеют прерванные ряды наблюдений.

- Не регулярно работают г/посты и не выдают информацию о притоке в водохранилища межгосударственного значения: ирригационное - Орто-Токойское и ирригационно-энергетическое - Токтогульское.

- Гидрометрические измерения на большинстве г/постов проводятся устаревшими приборами, на многих г/постах ведутся наблюдения только за уровнем, а расходы воды определяются по многолетним кривым, что приводит к неточности учета и подсчета стока.

- Не проводится анализ и увязка стока по длине рек (пример р. Нарын).

Заключение. Результаты, полученные в процессе анализа гидрологической информации, по рекам Чуйского и Нарынского бассейнов, имеют научное и практическое значение. Понимание процессов формирования стока, мониторинг водных ресурсов являются жизненно важной задачей и приобретают особую актуальность на фоне происходящих климатических изменений. Хорошо и четко отлаженная в течение прошлого века система наблюдений значительно сократилась и пострадала после распада Союза и единой гидрометеорологической службы.

Накопленные в прошлом веке данные гидрометеорологического мониторинга позволяют в какой-то мере анализировать и прогнозировать динамику водных ресурсов на современном этапе, и прогнозировать на будущее, в процессе изменения климата. Между тем тот объем гидрологической информации, который предоставляет Кыргызгидромет научным и другим заинтересованным организациям, совершенно не достаточен, а порой и недоступен. Особенно вызывает тревогу её качество и достоверность. Такое состояние мониторинга может привести к информационному вакууму, лишит возможность разрабатывать новые методы прогнозов, отслеживать динамику водных ресурсов и их реакцию на климатические изменения, и тем самым разрабатывать стратегию адаптации на эти изменения. Из выше изложенного следует - необходимо принимать срочные меры по исправлению сложившейся ситуации в гидрологическом мониторинге.

Литература:

1. Гидрологическая изученность. - Т.14, вып.1, 2 Средняя Азия. Бассейн озера Иссык-Куль, рек Чу, Талас и Тарим. - Л.: Гидрометеиздат, 1966. - С. 205.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.14. Вып.1. Бассейн р.Сыр-Дарьи. Под ред. Ильина И.А. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. - С. 437.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.14. Вып. 2. Бассейны оз.Иссык-Куль, рек Чу, Талас, Тарим. Под ред. Большакова М.Н. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. - С. 307.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Бассейн оз. Иссык-Куль, рек Чу, Талас, Тарим. Т.14. Вып.2. - Л.: Гидрометеиздат, 1969, 1977, 1979, 1987.
5. Горшков И.Ф. Гидрологические расчеты. - Л.: Гидрометеиздат, 1979. - С. 431.

Рецензент: д.геол.-мин.н., профессор Усупаев Ш.Э.