

Ж. Ж. КАРАМОЛДОВ

КНУ им. Ж. Баласагына, Бишкек, Кыргызстан

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИНИМАЛЬНОГО СТОКА РЕК КЫРГЫЗСТАНА

Проведен сравнительный анализ месячных минимальных значений за период от начала наблюдений до 1960г. и от 1960 по 2000 год. Длительность рядов наблюдений для отдельных рек несколько меньше в связи с закрытием гидрологических постов в конце 90-х годов XX века. В результате были получены данные, позволившие выявить природные районы с устойчивым уменьшением и увеличением минимального стока. Полученные данные являются важными для проведения долговременных водохозяйственных мероприятий, в связи с изменением климатических условий региона.

A comparative analysis of the value of the monthly minimum values for the period from the beginning of the observations until 1960, and from 1960 to 2000. Duration series of observations for individual rivers is somewhat smaller due to the closure of hydrological stations in the late 90-ies of XX century. As a result, data were obtain allowed to identify natural areas with a steady decrease and increase in the minimum flow. The findings are important for long-term water management, due to changes in climatic conditions in the region.

Особое место среди всех природных ресурсов занимают водные. Это объясняется тем, что с развитием хозяйства, увеличением численности населения вода неизменно вовлекается в сферу производства – в сельское хозяйство и промышленность, коммунально-бытовое хозяйство, мероприятия для отдыха и спорта, создание широкой сети лечебно-оздоровительных учреждений. В этой связи для горных рек особую актуальность приобретает оценка тенденций региональных изменений минимального стока – в нашем случае увеличение или уменьшение объемов воды за достаточно длительный отрезок времени. Изменение водности речных систем может быть результатом антропогенного или глобального природного воздействия. По данным межправительственной экспертной группы по изменению климата (IPCC) потепление составило 0,74°C, а за последние годы темпы глобального потепления преодолели температуру в 1,4°C [1]. Для исследования колебаний приземной температуры воздуха и осадков на территории Кыргызстана использованы многолетние данные метеостанций (общий период 1885–2000 гг.), расположенных на различных высотах (от 760 до 3640 м). Исследования показали, что для территории Кыргызстана средняя годовая температура в XX в. в пересчете на 100 лет возросла на 1,6°C, – выше глобального потепления на 0,6°C. Причем наибольшее потепление наблюдалось зимой (2,6°C) [2]. Составляются программы и планы действий по адаптации к изменению климата [3] в рамках проекта Европейского союза “Управление лесами и биоразнообразием, включая мониторинг состояния окружающей среды (FLERMONECA)”.

Прогноз суммарного стока основных рек Кыргызстана выполнен на основании моделирования баланса осадков и испарения с учетом типа рельефа территорий водосбора (леса, озера и т. д.). С 1973 по 2000 год он вырос на 6,3% по сравнению с предшествующим периодом (с 48,9 до 51,9 км³). В ближайшие 20 лет по разработанным моделям прогнозируется дальнейшее увеличение стока на 10% (55,5 км³) [4].

В зимний период на значительной части малых горных рек поверхностный сток становится весьма малым и лимитирующим фактором для любого вида водоснабжения. В условиях Кыргызстана потребителями воды выступают круглогодично водопотребляющие объекты и сеть планируемых к строительству малых ГЭС, работающих без регулирования стока. МГЭС будут неотъемлемой и эффективной частью электроэнергетики страны. Они обладают такими достоинствами, как возобновляемость энергетических ресурсов, высокая степень их использования, минимальное воздействие на окружающую природную среду.

Основным источником формирования речного стока в этот период являются различного типа подземные воды. Преобладающим фактором накопления и расходования подземных вод выступают климатические условия. Большое значение также имеют широко распространенные динамичные грунтовые воды, сосредоточенные в отложениях древних морен и русловых частях

речных долин. Колебания минимального стока при его незначительных расходах здесь полностью зависят от русловых потерь в аллювиальных отложениях, отличающихся высокой фильтрацией. Влияние крупных подземных резервуаров на минимальный сток рек Кыргызстана было показано в работе [5].

Согласно особенностям современного геолого-тектонического строения на территории Кыргызстана два типа гидрогеологических структур: гидрогеологический массив трещинных, трещинно-жильных вод горного обрамления и пластово-водонапорная система осадочных образований, слагающих собственно артезианские бассейны. Для нас наибольший интерес представляют гидрогеологические массивы, являющиеся областью формирования минимального стока рек горно-складчатых областей.

В рамках гидрогеологического районирования территория Кыргызстана подразделяется на две гидрогеологические области: Тянь-Шаньскую и Памиро-Алайскую. В первую область входят Чу-Таласский, Иссык-Кульский, Нарынский, Сарыджаз-Аксакий и Ферганский гидрогеологический регионы, во вторую – Алайский гидрогеологический регион. Основным критерием этого гидрогеологического районирования явился структурно-тектонический принцип, в котором в наиболее интегрированном виде отражены все факторы, определяющие особенности гидрогеологических систем. Гидрогеологическая система на рассматриваемой территории представлена двумя основными подсистемами – бассейнами трещинных подземных вод и осадочными бассейнами поровых подземных вод. Первые выполнены скальными породами магматического и метаморфического генезиса, образующих горные хребты и фундаменты межгорных впадин; вторые – полускальными и рыхлыми молодыми отложениями начиная с мезозойского возраста, которые вложены в отрицательную структуру бассейнов трещинных вод. Субстрат бассейнов трещинных подземных вод по времени формирования, структурно-тектоническим и литологическим особенностям подразделяется на каледониды и герциниды. Первые распространены в Северном, Центральном и северной части Внутреннего Тянь-Шаня. Вторые наблюдаются в центральной и южной части Внутреннего Тянь-Шаня.

Каледониды представлены допалеозойскими и нижнепалеозойскими, метаморфическими, осадочными и осадочно-вулканогенными породами: гранитоидами, гнейсами, сланцами, мраморами, кварцитами. Такой литологический состав обуславливает различие типов проницаемости: если в пределах каледонид преобладает трещинная проницаемость, то в области развития герцинид наряду с трещиноватой имеет место поровая, а в карбонатных породах и карстовая проницаемость.

Типом проницаемости пород гидрогеологических массивов определяется их регулирующая функция в формировании минимального стока горных рек. В области развития каледонид атмосферные осадки и локальный поверхностный сток в пределах горных склонов аккумулируются в зоне открытой трещиноватости в основном экзогенного генезиса и в меньшей мере в зонах тектонических разломов. Мощность региональной зоны открытой экзогенной трещиноватости до 50–100 м, зоны открытой трещиноватости тектонических разломов могут проникать в глубину до первых километров и служить проводниками подземных вод по простиранию разломов на десятки километров. Однако в региональном плане их буферная роль в формировании и регулировании как подземного, так и поверхностного стока незначительна из-за локального развития. Примером перехвата подземных вод может служить река Ковюксуу (правый приток р. Нарын), модули минимального стока которой выше в 1,2–1,5 раза, чем у соседних рек, расположенных в одинаковых природно-климатических условиях.

Более эффективна регулирующая роль экзогенной трещиноватости из-за ее регионального развития, но тем не менее емкость трещинного пространства незначительна. Наиболее значительное регулирующее воздействие возможно в районах развития карста, в Юго-Западном Кыргызстане и восточной части северного склона хребта Кунгей Ала-Тоо.

В гидрогеологических массивах, в горных долинах, регулирующую роль в перераспределении минимального стока наряду с экзогенной и тектонической трещиноватостью могут выполнять гляциальные, делювиальные, колювиальные и реже аллювиальные и пролювиальные, как правило, небольшие по площади и мощности отложения, имеющие поровую проницаемость.

Реки засушливых территорий, питающиеся за счет подземных вод глубоких горизонтов, также испытывают влияние динамичных грунтовых вод, сосредоточенных в мощных отложениях внутригорных котловин средних частей водосборов, наиболее активно участвующих в формировании минимального стока.

Заметное влияние на их величины оказывают геолого-геоморфологические условия. Водообильность аллювиальных отложений зависит преимущественно от условий питания, залегают грунтовые воды неглубоко (до 2–5 м, реже больше). Размеры и степень выраженности деталей долины и небольших внутригорных впадин различны, однако формирование и расходование подземных вод, степень водообильности аллювиальных отложений этих водосборов примерно одинаковые. Для рек, расположенных в районах, близких к достаточным по увлажнению, характерно питание за счет подземных вод трещинного типа. У рек, относящихся к этому типу, питание происходит преимущественно за счет трещинных вод при незначительном участии грунтовых вод. В реках, находящихся в засушливых районах с широким распространением покровных отложений, стоковые процессы замедляются.

У значительной части рек в формировании минимального стока на первый план выходит преимущественное питание за счет трещинных вод, распространенных в песчаниках, кристаллических сланцах с прослоями порфиринов. Здесь же на кристаллических породах спорадически развиты четвертичные отложения, представленные рыхлообломочными разностями различных генетических типов – аллювиальных, аллювиально-пролювиальных, пролювиально-делювиальных и коллювиальных. В питании подземных вод этих отложений значительную роль играют воды кристаллических пород. При расположении четвертичных отложений выше местных базисов эрозии они практически безводны. В целом реки отличаются высокой зарегулированностью стока за счет преимущественного питания водами трещинного типа, характеризуются низкой водопроницаемостью и водоотдачей.

Питание отдельных рек происходит в основном за счет подземных вод глубокой циркуляции. Приурочены они к региональным разломам, сопровождающимся серией тектонических разрывных нарушений. Процесс водообмена очень замедленный и определяется глубиной тектонической раздробленности. Интересным, на наш взгляд, является тот факт, что к пяти из семи водосборов с устойчивым подземным стоком приурочены выходы термальных вод, которые сосредоточиваются в зонах тектонических разломов, и, как считает Н. А. Маринов [6], они представляют собой линейные структуры небольшой ширины с повышенной трещиноватостью и раздробленностью.

Механизмом временного увеличения стока может быть все большее (по мере потепления климата) участие в формировании речного стока талых вод подземных льдов, включая талые воды погребенных льдов многолетнемерзлых пород. По результатам наблюдений толщина стаивания мерзлоты в буровых скважинах (Северный Тянь-Шань) увеличилась не менее чем на 1,1 м с 1973 по 1996 год. Таким образом, за указанный период талые воды мерзлоты слоя толщиной более 1 м могли принять участие в формировании стока [7]. По некоторым прогнозам нижняя граница оледенения к 2025 году должна подняться до отметки 4272 м [4]. В этой связи происходит наиболее интенсивное стаивание территорий спорадического распределения многолетней мерзлоты [8]. Пояс островного распространения вечной мерзлоты определяется появлением массивов мерзлых пород на крутых (более 30°) северных склонах на высоте 2000–2800 м, на южных – между 3000–3400 м и в торфяных днищах малоснежных долин. Нижняя граница сплошного распространения многолетней мерзлоты 3000 м и выше характеризуется повсеместным развитием мерзлых пород, включая и склоны южной экспозиции. Мощность многолетней мерзлоты на Тянь-Шане изменяется от 20–25 м на высоте 3000 м до 150–160 м на высоте 2500–3600 м.

По нашим расчетам [9], минимальный сток рек Кыргызстана от начала наблюдений до 1960 г. и с 1961 по 2000 год увеличился на 1,83 км³, или на 17,1%. Причина этого явления, по-видимому, связана с увеличением числа ёмкостей подземных вод разгружающихся в реки. Начало истощения подземных вод, приходится на время перехода температуры воздуха в сторону отрицательных значений, в результате чего прекращается поступление поверхностных вод. Первой происходит разгрузка самых динамичных грунтовых вод верхних горизонтов,

наиболее подверженных влиянию многолетней мерзлоты, и в зависимости от площади и емкости покровных отложений наблюдается различная интенсивность истощения подземных вод. Особую роль в этот период играет наличие многолетней мерзлоты именно для рек, где широко распространены покровные отложения. Минимальный сток наблюдается во время наибольшего истощения подземных вод. Глубокая расчлененность рельефа в горных и высокогорных районах обуславливает глубину залегания трещинных вод от 0 до 100 м и более. Поэтому воздействие многолетней мерзлоты на минимальный сток происходит при участии подземных вод, зоны открытой трещиноватости ниже 35–40 м от поверхности земли и глубоких вод в зонах тектонических разломов. С ростом высоты происходит промерзание грунтов и тем самым уменьшается число подземных водоносных горизонтов, участвующих в формировании минимального стока. Подтверждением может служить проведенный нами анализ величины минимального стока на примере водосборов рек Кыргызстана со значительным оледенением и его отсутствием. Несмотря на одинаковые условия увлажнения на реках, где слабо распространена многолетняя мерзлота, модули минимального стока повсеместно оказались выше на 2–4 л/с/км², чем у рек с широким развитием многолетней мерзлоты.

Речные бассейны находятся на территории следующих физико-географических районов: Восточно-Кюнгейский, Тюп-Жергаланский, Восточно-Тескейский (бассейн оз.Иссык-Куль); Кочкорская котловина, Тюлекский (здесь следует отметить незначительное уменьшение минимального стока у реки Каракужур, область формирования стока которой граничит с наиболее засушливой частью Юго-Западного Иссык-Куля); все районы Чу-Таласского бассейна (кроме реки Аспара, расположенной в наиболее засушливой, западной части Чуйской долины); горная область сыртов Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня; приферганская горная область; Алтындаринский, Кызылартский, Нура-Коксууский. Здесь и далее указанные физико-географические районы представлены в работе [10]. В данной работе дается подробная характеристика особенностей ландшафтов природных районов, и они хорошо коррелируются с показателями увеличения или уменьшения минимального стока за отмеченные отрезки времени.

Уменьшение стока, на наш взгляд, связано с тем, что реки с относительно низкими водосборами расположены в засушливых территориях и составляют 16,4% от общего числа рек. Уменьшение стока составило 0,48 км³, или 4,5 % от минимального стока рек Кыргызстана. Речные бассейны принадлежат к физико-географическим районам: южного склона Киргизского хребта (Таласская долина); Ашмара-Аксууский; Западно-Кюнгейский; Балыкчинский; Западно-Тескейский; Западно-Суусамырский; Центрально -Суусамырский; Восточно-Суусамырский; Северно-Кетментюбинский; Кабак-Сарыкамышский; Жергетал-Онарчинский; Тюлек-Каракужурский; Гавасай-Касансайский; Алабука-Падышаатинский; Карасуу-Нижнеарынский; Верхнеалайский, характеризующимся засушливостью территорий. К указанным физико-географическим районам относятся реки Ак-Сай, Ак-Терек, Туурасуу, засушливой юго-западной части Иссык-Кульской впадины. Для реки Барскаун уменьшение связано с морфометрическими особенностями водосбора, где большая часть территории расположена в высокогорном поясе. К указанным физико-географическим районам относятся реки Чуйского бассейна. Уменьшение стока наблюдается у реки Каракужур, протекающей в широтном направлении. В ее водосборе преобладают склоны южной экспозиции. Большие различия в двух рассматриваемых периодах (12,5 м³/с) у р. Чу–устье р. Чон-Кемин связаны, как отмечено, с началом эксплуатации в 1959 году Ортокойского водохранилища.

Реки Жарды-Каинды, Аспара расположены в наиболее засушливой части Чуйской долины, минимальный их сток также значительно уменьшился.

Для рек Таласского бассейна значительного изменения минимального стока не наблюдается. Даже у реки Кумуштаг расположенной в засушливой части Таласского бассейна он около нормы и составляет 0,05 м³/с.

Для бассейна реки Нарын, в её верхней части, уменьшение водности не наблюдается. Исключением является р. Кокомерен, где уменьшение стока связано с тем, что это единственный бассейн в системе р. Нарын, в котором даже полное исчезновение оледенения существенно не скажется на водности. В отличие от других бассейнов для р. Кокомерен осадки являются

практически единственным стокоформирующим фактором. В межень уменьшение определяется выработкой запасов различных горизонтов подземных вод.

У рек Кетментюбинской впадины (Узунакмат, Чычкан) отмечается уменьшение стока, и это связано прежде всего с общей засушливостью района. Здесь преобладают пустынно-степные, степные и лугостепные ландшафты с обилием ксерофитов.

Снижение стока наблюдается у рек расположенных в Гавасай-Касансайском, Лейлек-Исфаринском физико-географических округах Приферганья, характеризующихся засушливым климатом.

Реки, которых величины минимального стока оказались неизменными, составили 2,1%, и они сосредоточены в западной части Восточно-Тескейского района. Это обстоятельство требует детального изучения в связи с тем, что реки находятся на границе влажного и засушливого природных районов.

К большому сожалению, у 7% рек нет данных в связи с закрытием гидрологических постов до 60-х годов, а также открытием других в последние годы (реки Сарыджаз, Куйлю, Акшыйрак и др.).

Таким образом, в условиях изменения климата объемы сокращения минимального стока будут значительны и не могут оставаться без внимания при расширении мероприятий по водозабору в бассейнах указанных рек. При повышении температуры климатические профили сдвинутся вверх по горным склонам и будут причиной изменения минимального стока рек Кыргызстана в связи с увеличением числа подземных водных емкостей.

Увеличение минимального стока, на наш взгляд, временное, и в определенный период, возможно, начнется устойчивое истощение различных горизонтов подземных вод. Опыт показывает, что современный уровень мировой науки не позволяет прогнозировать климат даже в пределах одного столетия. Поэтому планирование стратегических водохозяйственных мероприятий по развитию региона должно основываться на долговременных пространственно-временных оценках минимального стока.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Первое Национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Бишкек, 2003. – 98 с.
- [2] Подрезов О.А. Современный климат Кыргызстана и сценарии его изменений в XX веке / О.А. Подрезов, К.Б. Бакиров, А.А. Закурдаев, И.А. Маяцкая // Вестник КРСУ. – Бишкек, 2002. – № 4.
- [3] Программа и план действий по адаптации к изменению климата сектора «Лес и биоразнообразие» на 2015–2017 гг. – Бишкек: VRSCompany, 2015. – 56 с.
- [4] Диких А.Н. Исследование режима оледенения, ледовых ресурсов и ледникового стока горной системы Тянь-Шаня: дис. в виде научного доклада ученой степени докт. географ. Наук / А.Н. Диких. – М., 1998. – 32 с.
- [5] Карамолдоев Ж.Ж. Географо-гидрологические обобщения характеристик минимального стока Нарынского региона / Ж.Ж. Карамолдоев // Наука и новые технологии. – Бишкек, 1998. – № 2. – С. 169-173.
- [6] Маринов Н.А. Формирование подземных вод в зонах разломов (на прим. азиатского материала) / Н.А. Маринов // Тр. ВСЕГИНГЕО. – М., 1971. – Вып. 41. – С. 141-145.
- [7] Горбунов А.П. Криолитозона Центрально-Азиатского региона / А.П. Горбунов. – Якутск: Ин-т мерзловедения СО АН СССР, 1986. – 57 с.
- [8] Карамолдоев Ж.Ж. Влияние многолетней мерзлоты на подземный приток в горные реки / Ж.Ж. Карамолдоев // Сб. науч. трудов КГ МИ, КИМС. – Бишкек, 1999. – Ч. 1. – С. 246-250.
- [9] Карамолдоев Ж.Ж. Формирование стока рек Кыргызстана в маловодный период и его рациональное использование / Ж.Ж. Карамолдоев. – Бишкек: Тип. Президента КР, 2002. – 152 с.
- [10] Атлас Кирг ССР / ГУГК при СМ СССР. – 1987. – Т. 1. – 179 с.