

УДК 556.18 (575.2)

РАСПОЛАГАЕМЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КЫРГЫЗСТАНА: ИХ СТРУКТУРА И ДИНАМИКА

К.В. Цыценко, Л.В. Бажанова

Обсуждается проблема формирования и оценки располагаемых ($W_{\text{рас}}$) водных ресурсов Кыргызстана с 1960 по 2010 г. Современная их структура представлена естественной и антропогенными составляющими.

Ключевые слова: сток рек; водные ресурсы; местный сток; располагаемые водные ресурсы; потенциальные водные ресурсы.

AVAILABLE WATER RESOURCES IN KYRGYZSTAN: THEIR STRUCTURE AND DYNAMICS

K. V. Tsytsenko, L. V. Bazhanova

The problem of formation and evaluation of available ($W_{\text{рас}}$) water resources of Kyrgyzstan from 1960 to 2010 is discussed. Their modern structure is presented by natural and anthropogenic components.

Key words: rivers flow; water resources; local flow; available water resources; potential water resources.

Отличительная особенность природных условий Кыргызстана, по сравнению с другими государствами Центральной Азии (ЦА), заключается в том, что речной сток водотоков полностью формируется в пределах его территории. Отметим также, что сток рек относится к категории возобновляемых водных ресурсов и имеет исключительное значение как для обеспечения жизнедеятельности человека, так и для сохранения окружающей природной среды. Помимо возобновляемых водных ресурсов в природе встречаются и статические их категории (виды), которые имеют период возобновления, насчитывающий столетия и даже тысячелетия. Общие водные ресурсы Кыргызстана (возобновляемые и статические), рассчитанные в [1], приведены в таблице 1.

Данные таблицы 1 показывают, что на долю речных вод приходится не более 9 % общих водных ресурсов рассматриваемой территории. Больше всего запасов пресных вод сосредоточено в ледниках – 88 %.

Несмотря на относительно небольшой вклад речного стока, значение его огромно, особенно в области использования гидроэнергетических ресурсов и водообеспечения отраслей сельского хозяйства. Речной сток принимает непосредственное участие и в формировании располагаемых водных ресурсов.

Таблица 1 – Общие водные ресурсы Кыргызстана, км³/год

Категория	Общие водные ресурсы	%
Речной сток	48,7*	8,7
Запасы воды в ледниках	494,7	88,2
Запасы воды в озерах	6,2**	1,1
Подземные воды	11,0	2,0
Всего	560,6	100

Примечание: * – без учёта рек подземного питания, типа “карасу”, сток которых незначительно меняется по годам и суммарно составляет 1,91 км³/год; ** – без оз. Иссык-Куль.

Водные ресурсы рек Кыргызстана оценивались неоднократно в разные периоды времени. Последняя, наиболее обстоятельная переоценка, была выполнена в ИВПиГЭ НАН КР на основе исследований динамики стока рек за последние 40 лет, на фоне климатических изменений [1] (таблица 2).

В данной работе под водными ресурсами речных бассейнов подразумевается средний годовой сток поверхностных вод из зоны формирования, который суммировался вдоль нижней ее границы (на выходе рек из горных ущелий), т. е. учитывался сток, не искаженный водозаборами. В самой же зо-

Таблица 2 – Водные ресурсы бассейнов рек Кыргызстана, км³/год

Бассейн	Водные ресурсы	%
Иссык-Куль	3,96	8,1
Или (Каркара)	0,37	0,8
Чу	3,96	7,9
Талас	1,72	3,5
Тарим	6,99	14,4
Сырдарья	29,8	61,2
Амударья (Кызыл Суу)	6,99	4,1
Всего	48,7	100

не формирования потерь стока поверхностных вод не происходит за исключением особенно снежных, продолжительных и холодных зим.

Для оценки водных ресурсов использовались данные режимных наблюдений на сети постов Кыргызгидромета. Пропуски в рядах наблюдений восстанавливались путём применения зависимостей между средним стоком за отдельные месяцы и годовыми характеристиками, а также методом аналогии, установления зависимостей с бассейнами-аналогами. При выборе реки-аналога принимались во внимание сходные с исследуемым водосбором условия формирования и питания горных рек.

Большое значение имело и количество пунктов гидрологических наблюдений, которое в настоящее время имеет тенденцию к значительному сокращению. Такое масштабное сокращение наблюдательной сети (80 %) может самым негативным образом сказаться на надёжности определения расчётных характеристик стока рек Кыргызстана.

Данные таблицы 2 показывают, что около 70 % суммарных ресурсов речных вод республики относится к бассейнам рек Сырдарья и Тарим.

В колебаниях водных ресурсов рек в многолетнем разрезе за последние 30–40 лет отмечается многоводная фаза, которую авторы [1] связывают с изменением климата. Примерно такие же результаты были получены и в [2].

Как уже было отмечено, территория Кыргызстана полностью находится в зоне формирования основных рек ЦА. Приток извне здесь отсутствует. Однако столь благоприятное физико-географическое положение республики вовсе не означает, что имеющиеся ресурсы поверхностных вод целиком остаются в ее распоряжении. Связано это с тем, что сформировавшийся в его пределах сток по руслам рек уходит в соседние государства, расположенные ниже по течению, пополняя их водные ресурсы. В связи с этим большое научное и практическое значение приобретает проблема оценки

водных ресурсов, их структуры и динамики, которыми республика фактически располагает.

В наиболее общем виде ресурсы поверхностных вод страны ($W_{\text{СТР}}$) состоят из местного стока ($W_{\text{М}}$), сформировавшегося в пределах данной территории, и стока, поступившего извне ($W_{\text{ПР}}$), т. е. $W_{\text{СТР}} = W_{\text{М}} + W_{\text{ПР}}$ [3]. При этом, в зависимости от расположения государства в пределах одного или нескольких речных бассейнов, составляющие водных ресурсов будут выглядеть по-разному. Следует отметить, что приток может осуществляться как по рекам ($W_{\text{Р}}$), так и по каналам ($W_{\text{К}}$). Примером этого может служить передача поверхностных вод Сырдарьи из Узбекистана в Казахстан по каналу им. Кирова в Голодной степи, по каналу “Дустлик” из р. Чирчик.

Водные ресурсы Кыргызстана, расположенного в верховьях основных рек ЦА, представлены только местным стоком, т. е. $W_{\text{СТР}} = W_{\text{М}}$ и, наоборот, водные ресурсы Узбекистана, находящегося в среднем и нижнем течении Амударьи и Сырдарьи, складываются уже из двух составляющих – местного стока и стока трансграничных рек, вернее, водозабора из них. По данным [4], средняя многолетняя величина $W_{\text{СТР}}$ здесь составляет около 106 км³/год, в том числе местный сток оценивается в 9,7 км³/год или всего 9 %, остальной (91 %) поступает извне. Суммарные водные ресурсы Казахстана, согласно [5], определены в размере 100,5 км³/год, из которых на долю местного стока приходится 56,5 км³/год (56 %), а притока извне – 44 км³/год (44 %).

В последние годы в литературе все чаще стал употребляться еще один термин – *располагаемые* водные ресурсы государств ($W_{\text{РАС}}$). В этом случае их оценка не ограничивается только определением суммарных водных ресурсов (местный сток + приток), но одновременно учитывается и общий отток ($W_{\text{ОТ}}$) с территории государства:

$$W_{\text{РАС}} = W_{\text{СТР}} - W_{\text{ОТ}} = W_{\text{М}} + W_{\text{Р}} + W_{\text{К}} - W_{\text{ОТ}} \quad (1)$$

Следует отметить, что понятие “располагаемые водные ресурсы” применялось и ранее (1980-е гг.), преимущественно в схемах КИОВР (Комплексное использование и охрана водных ресурсов) бассейнов рек ЦА. Связано это было с вопросами водodelения водных ресурсов между бывшими союзными республиками. Тогда самым важным моментом считалось, какое количество воды выделяется той или иной республике для ее полного хозяйственного использования (квоты). Поэтому такой вид водных ресурсов нередко определялся как *фактически используемые*. В прежние годы этот термин как-то не прижился, а теперь к нему стали обращаться вновь.

При оценке **располагаемых** водных ресурсов расчет **общих** водных ресурсов или суммарного притока на территорию субъекта по-прежнему остается обязательным и необходимым. При этом их можно расценивать как **потенциальные** водные ресурсы в случае оттока с территории рассматриваемого субъекта.

В соответствии с уравнением (1) из-за оттока поверхностных вод по руслам рек или каналам располагаемые (или используемые) водные ресурсы регионов могут существенно снижаться. Так, суммарный приток в пределы Казахстана в настоящее время оценивается величиной порядка 100 км³/год. По некоторым оценкам, выполненным в Казахстане [6], при условии выполнения обязательных выпусков за его пределы, в распоряжении республики остается 43 км³/год, или 43 % от общих водных ресурсов. Согласно [4], в Узбекистане также остается около 45 % суммарного поступления поверхностных вод на его территорию.

Вопрос учета оттока воды за пределы исследуемой территории прежде всего связан с проблемой использования стока трансграничных рек, пересекающих территорию нескольких стран. В этом случае пополнение водных ресурсов государства будет оцениваться по разности между притоком ($W_{пр}$) и оттоком трансграничного водотока ($W_{от}$) на границах страны, или по величине водоотбора из трансграничных рек и каналов в пределах границ государства.

Использование уравнения (1) для оценки располагаемых водных ресурсов Кыргызстана затруднено в связи с отсутствием данных наблюдений за оттоком поверхностных вод за пределы республики по многочисленным притокам в бассейнах рек Сырдарьи, Чу, Талас, Тарим, Кызыл-Суу (западная) и Каркара. Поэтому в настоящей работе сделана попытка оценить значения $W_{рас}$ Кыргызстана, исходя из их структуры, с учетом особенностей хозяйственного использования речного стока:

$$W_{рас} = W_{м} + W_{вз} + W_{вдхр} \quad (2)$$

где $W_{м}$ – местный сток; $W_{вз}$ – водозабор из рек; $W_{вдхр}$ – запасы воды в водохранилищах на территории республики.

Из уравнения (2) следует, что исследуемая характеристика состоит из естественной и антропогенной составляющих водных ресурсов.

Оценка располагаемых водных ресурсов Кыргызстана сделана за полувековой период 1960–2010 гг., который характеризуется относительно надежными данными по водным ресурсам бассейнов рек, и в рассматриваемый период был введен в эксплуатацию и ряд крупных водохранилищ.

Из данных таблицы 2 видно, что из семи основных бассейнов рек Кыргызстана лишь водные ресурсы Иссык-Кульской котловины (8 %) являются внутреннего пользования, т. е. не уходят за его пределы и их можно с полным основанием отнести к располагаемым водным ресурсам естественно-го происхождения.

Между тем остальная часть водных ресурсов республики (92 %) уходит в сопредельные государства. Поверхностные воды рек Каркары, Чу и Таласа поступают в Казахстан, Сырдарьи – в Узбекистан, Кызыл-Суу (западная) – в Таджикистан, а реки бассейна Тарим – в КНР.

При этом сток бассейнов рек Каркары и Тарим, ввиду их малой заселенности, практически в полном объеме поступает в сопредельные страны. Похожая ситуация прослеживается и в бассейне р. Кызыл-Суу (западная), где и ранее использование ее вод не достигало 3 % от имеющихся водных ресурсов. В современных же условиях, под влиянием проводимых в республике социально-экономических реформ, здесь резко сократилось сельскохозяйственное производство, что повлекло за собой снижение уровня водопотребления до одного и даже менее процента.

Иная картина складывается в бассейнах рек Сырдарьи, Чу и Талас, где в пределах республики хозяйственное использование вод этих рек насчитывает многие десятилетия. В течение последних 30–40 лет в Кыргызстане из сформировавшихся в его пределах стоков бассейна Сырдарьи изымалось около 12 %, в бассейне р. Чу – не менее 60 %, а в бассейне р. Талас – примерно 47 % [2]. Остальной сток уходил в сопредельные государства.

Важную роль при использовании водных ресурсов, регулируя сток рек в интересах ирригации, гидроэнергетики, коммунального и промышленного водоснабжения играют водохранилища. По данным [5] в Кыргызстане действует около 40 водохранилищ ирригационного назначения с суммарным объемом примерно 2,5 км³. Наиболее крупные из них: Орто-Токойское на р. Чу (1957 г., $W = 450$ млн м³), Кировское на р. Талас (1975 г., $W = 470$ млн м³), Папанское на р. Ак-Бура (1981 г., $W = 260$ млн м³), Андижанское на р. Карадарья, (1978 г., $W = 1900$ млн м³) последнее находится на территории Кыргызстана, но на балансе Узбекистана.

В республике действуют водохранилища комплексного ирригационно-энергетического назначения. Это каскад Нарынских ГЭС, состоящий из шести водохранилищ. Ведущее место среди них принадлежит Токтогульскому многолетнему регулированию (1974 г., полный $W = 19500$ млн м³, полезный – $W = 14500$ млн м³). Ниже расположены Курпсайское ($W = 170$ млн м³), Ташкумырское ($W = 140$ млн м³),

Таблица 3 – Структура располагаемых водных ресурсов Кыргызстана и их динамика, км³/год

Год	W_M	W_{B3}	$W_{ВДХР}$	$W_{РАС}$
1960	4,01	7,51	-	11,5
1970	4,01	8,91	-	12,9
1980	3,97	10,4	-	14,4
1990	4,04	10,3	16,5	30,8
2000	4,26	7,40	11,6	23,9
2010	4,61	7,34	17,9	29,8

Шамалдысайское ($W=40,9$ млн м³) и на границе с Узбекистаном, Уч-Курганское ($W=53$ млн м³), которое введено в эксплуатацию в 1964 г.

Для оценки объемов воды, накопленной в водохранилищах, обычно используются сведения на 1 января каждого года. Однако такие данные, к сожалению, имеются только по Токтогульскому водохранилищу (см. сайт МКВК sawater – info. net), которые стали доступны в Интернете с 1981 г.

Накопление ощутимых объемов воды в водохранилищах стало прослеживаться примерно с конца 1950-х гг., но наиболее заметное его увеличение связано с началом заполнения Токтогульского водохранилища, объем которого в несколько раз превышает аналогичные показатели других водохранилищ. Приведенные ниже величины располагаемых водных ресурсов (с учетом водохранилищ) являются несколько заниженными вследствие недоучета величины водных ресурсов, накопленных в других водохранилищах Кыргызстана. Если принять приближенно, что на 1 января каждого года заполняется не более 50 % их суммарного полезного объема, то и в этом случае эта величина может составить порядка 0,8–1,0 км³/год или 4 % от величины располагаемых водных ресурсов. Данные о величинах располагаемых водных ресурсах республики и их структуре за отдельные годы приведены в таблице 3, а многолетние изменения исследуемых характеристик – на рисунке 1.

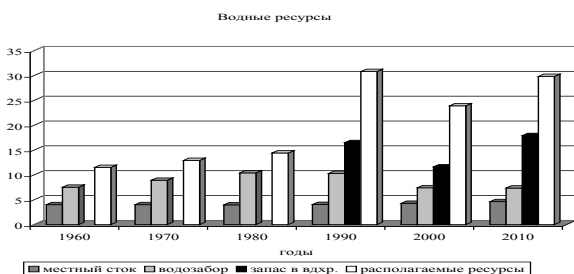


Рисунок 1 – Структура располагаемых водных ресурсов Кыргызстана

Остановимся на естественной составляющей располагаемых водных ресурсов – стоке рек Иссык-Кульской котловины. Его колебания в зоне формирования обусловлены только климатическими факторами. В целом же изменения значений W_M невелики ($C_v = 0.11$), и в последние десятилетия прослеживается некоторое увеличение водных ресурсов в этом регионе республики, равно как и в остальных (за счет более активного таяния ледников на фоне потепления климата).

Суммарное водопотребление в Кыргызстане (без учета водозабора из рек Иссык-Кульского бассейна), наоборот, зависит от уровня развития производительных сил. В советский период, до 1980–1990 гг., расширение масштабов сельского хозяйства и промышленности сопровождалось устойчивым ростом объемов водозаборов. С распадом СССР произошло существенное падение экономических показателей республики, прежде всего в области сельскохозяйственного производства, что повлекло за собой снижение величин водозабора (W_{B3}) (см. таблицу 3).

Если изменения стока и водозаборов происходили относительно плавно, то колебания объемов воды в Токтогульском водохранилище отличаются значительными амплитудами колебаний (рисунок 2).

Связано это было с большими трудностями при разработке режимов эксплуатации водохранилища – с учетом противоречивых интересов Кыргызстана и Узбекистана. Для Кыргызстана использование Токтогульского водохранилища заключается, главным образом, в выработке электроэнергии в зимний период, а для Узбекистана – в подаче воды на нужды орошаемого земледелия в Ферганской долине в период вегетации. Отсутствие долгосрочных договоренностей между двумя суверенными государствами нередко приводило к тому, что для выработки необходимой энергии максимальные пуски производились в зимний период, тогда как в интересах ирригации больше всего воды требуется летом.



Рисунок 2 – Динамика структуры располагаемых водных ресурсов Кыргызстана

На протяжении всего расчетного периода отмечается увеличение располагаемых водных ресурсов Кыргызстана от 11,5 до 29,8 км³/год, при средней их величине 23,8 км³/год или около 50 % от ресурсов речных вод. Увеличение располагаемых водных ресурсов целиком обязано влиянию антропогенных составляющих. В 1960 г. на долю антропогенной составляющей приходилось 65 %, а в 2010 г. – 85 % суммарного объема $W_{\text{рас}}$. В современных условиях до 65 % располагаемых водных ресурсов связано с регулирующим влиянием Токтогульского водохранилища, за счет накопления воды в котором удалось компенсировать снижение водопотребления с начала 1990-х гг. Исходя из приведенной структуры располагаемых водных ресурсов Кыргызстана, их увеличение могло бы заключаться в росте водопотребления и строительстве новых водохранилищ с целью накопления более значительных объемов воды для последующего использования в интересах республики. Вместе с тем, возможности увеличения изъятий речного стока ограничены рамками международных договоров по совместному использованию и охране водных ресурсов трансграничных водотоков. В свою очередь, строительство новых водохранилищ с не-

избежным увеличением затрат речного стока на их заполнение, вызывает негативную реакцию со стороны лежащих ниже государств – Казахстана и Узбекистана.

Литература

1. Маматканов Д.М. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе / Д.М. Маматканов, Л.В. Бажанова, В.В. Романовский. Бишкек: Илим, 2006. 238 с.
2. Цыценко К.В. Водно-земельные ресурсы бассейнов рек Центральной Азии: состояние и использование / К.В. Цыценко, Т.И. Владимирова // Гидрометеорология и экология. Алматы, 2012. № 3. С. 102–115.
3. Водные ресурсы России и их использование. СПб.: ГГИ, 2008. 470 с.
4. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические, агроклиматические и водные ресурсы республики Узбекистан / В.Е. Чуб. Ташкент: Узгидромет, 2007. 132 с.
5. Мальковский И.М. Гидрологические проблемы Казахстана / И.М. Мальковский, Л.С. Телеубаева, Ш.А. Акимжанов // Вопросы географии и геоэкологии. Алматы, 2007. № 1 (20). С. 31–40.
6. Водосбережение: идеи, модели, инструменты. URL: <http://www.irp.kz./kipr/3/1/117>.