

УДК 506.1

**ЗАВИСИМОСТЬ МИНИМАЛЬНОГО РЕЧНОГО СТОКА РЕК
СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ ОТ ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ
УСЛОВИЙ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

Канд. геогр. наук

Ж.Ж. Карамолдоев
А.Н. Мандычев

В статье рассмотрена зависимость минимального стока рек Северного Тянь-Шаня от геологических условий областей формирования их поверхностного и подземного стока. Отмечено, что свойство аккумуляции поверхностного стока в пределах гидрогеологических массивов имеют ряд экологических аспектов. В частности, базисный сток медленнее подвергается загрязнению из-за необходимости фильтрации загрязнителя через породы. В качестве индикатора, показывающего роль подземного стока в питании рек предложен коэффициент автокорреляции.

В физико-географическом отношении рассматриваемый регион входит в Северную Тянь-Шаньскую и Иссык-Кульскую провинции Среднеазиатской горной страны [1].

Северная Тянь-Шаньская провинция находится на севере горной области. Ее образуют Кыргызский хребет, Таласская, Кичи-Кеминская, Чонг-Кеминская впадины и их горное обрамление, площадь этого региона 21,3 тыс. км² [1]. Климат континентальный, что определяет четко выраженное внутригодовое распределение стока. Иссык-Кульская провинция представляет собой обширный замкнутого характера горно-котловинный комплекс, площадью более 22 тыс. км². Его центральную часть занимает глубоководное бессточное озеро Иссык-Куль, обрамленное горными хребтами Кюнгей и Терской Ала -Тоо. Их развитые макросклоны расчленены многочисленными речными долинами и сухими саями. Благодаря незамерзающему озеру Иссык-Куль и защищенности мощными горными хребтами континентальный климат несколько смягчен.

Здесь ярко выражены маловодный и многоводный периоды года. В гидрогеологическом отношении указанные хребты представляют собой одноименные гидрогеологические массивы, в пределах которых за счет

трещинных и, в меньшей мере, поровых подземных вод формируется сток в маловодный (осенне-зимний) период года.

Районы распространения гидрогеологических массивов являются основными областями формирования поверхностного и подземного стока, который в дальнейшем переходит в поверхностный и подземный сток в пределах межгорных впадин. Это наряду с ледниками и снежниками районы распространения наиболее чистых поверхностных и подземных водных ресурсов. Здесь, из-за изначально низкой антропогенной нагрузки, практически отсутствуют источники загрязнения. Но в будущем, в связи с возможным потеплением и иссушением климата, а так же с использованием территории горных хребтов горно-добывающими предприятиями и для рекреационных целей, экологическая ситуация может измениться в худшую сторону.

В основу стратегии охраны гидросферы рассматриваемого региона положена защитная профилактика и прогноз последствий производственной деятельности человека, позволяющие регулировать качественное состояние и ресурсы гидросферы, разработать методы управления природными и техногенными процессами, воздействующими на нее. Охрана природных вод должна строиться на защитной профилактике.

Следует иметь в виду, что загрязнение и истощение природных вод или почвенной влаги обычно отрицательно влияют на внешнюю экосистему и природные ландшафты, иногда приводя к необратимым последствиям. Как известно, активность водообмена для различных составляющих речного стока неодинакова: наиболее динамичны ледниковые и снеговые воды, менее динамичны подземные воды. Исследование минимального стока показывает, что и здесь наблюдаются большие различия в величине стока. Базисный сток, в отличие от других составляющих речного стока, медленнее подвергается загрязнению из-за необходимости фильтрации загрязнителя через породы. Однако, если в процессе формирования подземной составляющей минимального стока в подземные воды проникли нежелательные токсичные соединения, то избавиться от них будет труднее. Консервативность самоочищения гидрогеологической среды и выдвигает профилактику в качестве основного направления стратегии охраны этой части речного стока.

Усиливающаяся техногенная нагрузка на гидросферу с каждым годом становится все более ощутимой. В последнее время для

Кыргызстана негативным фактором загрязнения гидросферы становятся горно-добывающие производства в районах, расположенных выше по течению рек относительно мест проживания основной массы населения (Кумтор, Кашка и др.). Местами начинает доминировать нарушенный режим речного стока. В условиях Кыргызстана зарегулированный сток на таких реках как Чу, Талас полностью или почти полностью идет на наполнение водохранилищ водой, необходимой для орошения. Следует отметить, что нарушение режима на указанных реках приводит к изменениям различных компонентов ландшафта.

В целом, исключить антропогенное воздействие на гидросферу невозможно, поэтому необходимо обеспечить ход изменений ее режима в желательном для человека направлении, при котором составляющие элементы режима не нарушат целостности окружающей среды, полностью исключат кризисные ситуации или заменят природные системы на искусственные.

В свете указанных проблем важным свойством гидрогеологических массивов является их способность к аккумуляции части поверхностного стока, образующегося в их пределах, в зонах экзогенной и тектонической трещиноватости скальных пород и в рыхлых обломочных отложениях ледникового, делювиального и аллювиально – пролювиального генезиса. Эта часть поверхностного стока трансформируется в подземный сток, который, в свою очередь частично вновь трансформируется в поверхностный, а частично подземным путем по трещинным системам переходит в осадочные пластовые системы впадин, формируя подземный сток впадин.

Степень регулирующего воздействия подземного стока на поверхностный на площади гидрогеологических массивов отражается в величине родникового стока [4].

Подземные воды в трещинных системах древних палеозойских и протерозойских пород, представленных конгломератами, порфирами, эффузивами, песчаниками, сланцами и известняками, развитыми в Таласском, Кыргызском, Кунгейском, Тескейском хребтах, разгружаются в многочисленных родниках с расходами преимущественно 0,05 - 0,5 л/с, реже 5 л/с. И порядка 8 – 10 л/с - в зонах тектонических разломов и на участках развития делювиальных отложений. Воды, насыщающие известняки имеют расходы родников от 0,1 - 0,7 л/с, до 1 – 10 л/с. В зонах тектонических разломов расходы родников увеличиваются до 17 л/с.

Подземные воды в интрузивных породах: гранитах, гранодиоритах, гранит-порфирах, кварцевых порфиритах, диоритах, сиенитах, монцонитах, габброидах, диабазов содержатся в трещинах этих пород, расходы родников в пределах 0,1 – 8 л/с, в зонах тектонических разломов до 10 – 20 л/с. Таким образом, величина родникового стока отражает потенциальную буферную емкость субстрата гидрогеологических массивов и маломощных рыхлых обломочных отложений.

Свойство аккумуляции поверхностного стока в пределах гидрогеологических массивов имеет два экологически важных аспекта. С одной стороны оно позволяет осуществить сезонное регулирование поверхностного стока путем создания специальных инженерных сооружений, способствующих интенсификации инфильтрации поверхностного стока в рыхлые осадочные аллювиальные и гляциальные породы, что важно в аспекте потепления климата и перспектив развития малой гидроэнергетики, с другой стороны это свойство необходимо иметь в виду при проектировании и строительстве горнодобывающих, рекреационных и других предприятий в горной зоне, которые могут являться источниками загрязнения как поверхностных, так и подземных вод, причем в последнем случае загрязнение может аккумулироваться в подземных водоносных емкостях и его удаление может требовать больших экономических и временных затрат. Учет этого обстоятельства тем более важен, поскольку качество водных ресурсов в районе гидрогеологических массивов определяет качество поверхностных и подземных вод в пределах межгорных впадин. В этом случае необходимо иметь в виду, что разбавление стоков не решает проблему, так как загрязняющие компоненты полностью переходят в область аккумуляции в пределах межгорных впадин и здесь концентрация загрязняющих веществ будет увеличиваться за счет испарения.

В качестве коэффициента естественной защищенности речного стока нами принят коэффициент автокорреляции $R(1)$, теория и практическое приложение которого детально отражены в [2]. Изменение величины $R(1)$ очень хорошо видны на примере р. Чу. В 1959 году сток реки был зарегулирован Орто-Токойским водохранилищем, которое до настоящего времени обеспечивает оросительной водой Чуйскую долину. По окончании поливного сезона река полностью перекрывается для

пополнения водохранилища водой, необходимой для следующего вегетационного периода.

За осенне-зимний период, при отсутствии в бассейнах рек ледников, в условиях крайне засушливого климата русловые запасы истощаются и реки переходят на устойчивое подземное питание. Так река Коморчок, левый основной приток реки Чу, в этот период почти полностью пересыхает и ее доля в формировании стока р. Чу не превышает 5%. Бесснежная или малоснежная, для большей части территории, зима не в состоянии сформировать поверхностный сток, так как незначительное количество снега расходуется на испарение или увлажнение сухой почвы.

В результате указанных причин река в период минимального стока переходит на подземное питание, сформированное за счет трещинно-жильных вод. В этой связи создаются предпосылки для проявления максимально больших величин коэффициента автокорреляции. Так, $R(l) = 0,81$, зафиксирован на р. Чу - устье р. Чон-Кемин, $R(l) = 0,39$ определен после впадения в р. Чу правого незарегулированного притока реки Чон-Кемин, $R(l) = 0,63$ - на посту Бурулдайский мост, то есть здесь ощутимое влияние оказывают грунтовые воды, сформированные в Чон-Кеминской долине.

У рек Суек, Желамыш, Аксуу (Арашан), Джууку, Чон-Джаргылчак, Учкошой, Кичи-Аксуу величина $R(l) > 0,60$. Питание этих рек происходит, в основном, за счет трещинных подземных вод относительно глубокой циркуляции. Эти воды приурочены к зонам трещиноватости крупных региональных разломов сопровождающихся, как правило, оперяющими тектоническими разрывными нарушениями с глубиной проникновения в земную кору, превышающую глубину региональной зоны экзогенной трещиноватости. Процесс водообмена в зонах разломов более медленный, чем в зоне экзогенной трещиноватости и определяется глубиной зоны трещиноватости и степенью ее водопроницаемости.

В пределах горного региона сеть тектонических разломов очень широко развита, многочисленные новейшие разрывные нарушения выявлены по геоморфологическим и геофизическим данным [6]. Величина внутрирядной корреляции достигает наибольшего значения (0,72) на реке Аксуу (Арашан) в восточной части хребта Терской Ала-Тоо. Здесь в пределах водосбора расположены два важнейших краевых разлома:

Центрально-Терской, Южно-Аксу, сопровождающиеся более мелкими многочисленными разрывными нарушениями. Водосборы рек Джууку и Чон-Джаргылчак пересекают Центрально-Терской разлом, здесь $R(I) > 0,64$. Река Кичи-Аксу, через водосбор которой проходит Северо-Аксу разлом, имеет коэффициент внутрирядной корреляции 0,61. В Чуйском бассейне этот коэффициент для рек Суек - 0,69 и Джеламыш - 0,61; здесь так же, в пределах водосборов, наблюдаются крупные разломы. Интересным на наш взгляд является тот факт, что в пяти из семи водосборов рек с высокими значениями $R(I)$ расположены естественные выходы термальных подземных вод, приуроченных к зонам разломов. В гидрогеологическом отношении в пределах этих зон происходит питание подземных вод за счет поверхностного стока и погружение подземных вод на глубину до 3000 м, с последующей разгрузкой на поверхность[5].

Заключение

Наличие автокорреляции в гидрологических рядах минимального стока определяется аккумуляцией подземных вод в трещинных и частично поровых системах водосборного бассейна и стабильностью гидрогеологических условий. Коэффициенты внутрирядной корреляции $R(I)$ колеблются от - 0,06 до 0,72. Высокие значения коэффициента корреляции имеют реки, питание которых происходит в основном за счет трещинных вод, приуроченных к зонам тектонических нарушений.

Таким образом, результаты анализа $R(I)$ минимального стока позволяют районировать территорию гидрогеологических массивов по степени уязвимости поверхностного и подземного стока потенциальным загрязнением и разработать рекомендации по защите от загрязнения, а так же выбрать наиболее перспективные речные бассейны для осуществления мероприятий по трансформации поверхностного стока в подземные породные емкости и его сезонного регулирования [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Киргизской ССР, М., ГУГК. 1987. 159 с.
2. Андерсон А.Б. Внутрирядная корреляция минимального стока рек земного шара // Сб. работ по гидрологии. - 1988. - №20. - С. 92 - 104.
3. Андреев В.Г. Циклические колебания годового стока и их учет при гидрологических расчетах// Труды ГГИ. - 1959. - Вып. 68. - С. 3 - 49.
4. Гидрогеология СССР, т.40, М.: «Недра», 1971. - 487 с.

5. Маринов Н.А. Формирование подземных вод в зонах разломов(на примере Азиатского материала) // Труды ВСЕГИНГЕО. - 1971. Вып.41. - С. 141 - 145.
6. Чедия О.К., Трофимов А.К. Новейшая тектоника // Геологические основы сейсмического районирования Иссык-Кульской впадины. Фрунзе: Илим, 1978. - С. 66 - 88.

Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры
ИВП и ГЭ, Бишкек

СОЛТУСТІК ТЯНЬ-ШАНЬ ӨЗЕНДЕРІНІҢ ЕҢ КІШІ ӨЗЕН АҒЫСТАРЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯ-ТЕКТНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРҒА ТӘУЕЛДІЛІГІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

Геогр. ғылымд. канд. Ж.Ж. Карамолдоев
А.Н. Мандычев

Мақалада Солтүстік Тянь-Шань өзендерінің ең кіші өзен ағыстарының олардың жер бетінде және жер астында пайда болу аймақтарының геологиялық жағдайларына тәуелділігі қарастырылған. Гидрогеологиялық массивтер шегіндегі жер беті ағыстарының аккумуляциялану қасиетінің бірнеше экологиялық аспектісі бар екендігі атап көрсетілген. Атап айтқанда, ластаушының таужыныстар арқылы сүзілуі қажеттілігінің салдарынан базистік ағыс жайырақ ластанады. Жер асты ағысының өзендердің толуындағы рөлін көрсететін индикатор ретінде автокорреляция коэффициенті ұсынылған.