

УДК 504.064.37; 556.16

Канд. техн. наук А.Г. Терехов¹**ПОТЕНЦИАЛ ВЛИЯНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ КИТАЙСКОГО СЕКТОРА БАСЕЙНА РЕКИ ИЛИ НА РЕЖИМ ЕЁ ВОДНОСТИ НА ГРАНИЦЕ КНР – КАЗАХСТАН**

Ключевые слова: водохранилище, гидрологический режим, спутниковая диагностика, расход воды в реке, сток реки, запас воды в водохранилище, регулирование стока реки

В период с 2007 по 2016 гг. проведена спутниковая диагностика режима работы двух крупнейших водохранилищ китайского сектора бассейна р. Или. Показано, что объёмы хранения воды в рабочих частях водохранилищ варьируют в пределах 0,5...3,0 км³ в зависимости от водности года и стратегии администрирования ресурсов речного стока. Потенциал влияния водохранилищ на сток р. Или в объёме 2,5 км³ превышает средний многолетний объём стока самого многоводного месяца года (июль: 2,4 км³). Таким образом, режимы сезонного заполнения (срабатывания) водохранилищ китайского сектора бассейна р. Или способны существенно влиять на сток р. Или на границе КНР – Казахстан, вплоть до формирования техногенного маловодья (многоводья) длительностью до нескольких месяцев.

Введение. Трансграничная р. Или (Иле) является одной из крупнейших рек Казахстана. В верхней части бассейна, расположенной на территории КНР, формируется около 70 % объёма стока реки. Значение р. Или для территории Казахстана определяется, отчасти, использованием речного стока в сельскохозяйственном производстве (посевы риса в нижнем течении реки), но в большей степени экологическими аспектами. Одно из крупнейших озёр мира, расположенное в Казахстане – оз. Балхаш (Балқаш) (15 место в мире по размеру, площадь зеркала 18 тыс. км²), является конечным водным объектом р. Или, а сама река обеспечивает около 80 % поверхностного притока воды в озеро.

В условиях резко континентального климата Центральной Азии, где расположен бассейн р. Или, объёмы речного стока сильно зависят от погод-

¹ Казгидромет, г. Алматы

ных условий сезона. В маловодные годы объём речного стока более чем в 2 раза уступает стоку многоводных лет. Естественная вариабельность водности реки усугубляется высокой антропогенной нагрузкой, формируемой в основном сельскохозяйственным потреблением воды на территории КНР (поливная пашня до 1 млн. га).

Для оптимизации режима водопотребления в китайской части бассейна р. Или в 2007 г. было построено два относительно крупных водохранилища: Капшагайское на р. Текес (объём 2 км³) и Жарынтайское на р. Каш (объём 2,5 км³), рис. 1. Суммарный объём водохранилищ в 4,5 км³ составляет значимую часть годового стока р. Или на границе КНР – Казахстан, которая оценивается, примерно в 12 км³. Сумма рабочих объёмов этих двух крупнейших региональных водохранилищ превышает 3 км³, что призвано обеспечивать устойчивое водопотребление в течение года в условиях сезонов с различным уровнем водности.

Водные ресурсы р. Или используются на территории двух стран: КНР и Казахстан. При этом каждая страна самостоятельно обеспечивает эффективность использования речного стока. Расположенная выше по течению территория КНР имеет географическое преимущество. Водопотребители на территории Казахстана, расположенной ниже по течению реки, оказываются в зависимом положении. Важным моментом в оптимизации использования речного стока на территории Казахстана является корректное понимание уровня водности сезона (погодная составляющая), а также параметров антропогенной трансформации речного стока на территории КНР.

Одним из значимых факторов антропогенного влияния на сток р. Или, начиная с 2007 г., стала работа двух доминирующих водохранилищ китайского сектора: Капшагайского на р. Текес и Жарынтайского на р. Каш. Можно выделить два характерных момента изменений в режиме стока р. Или в связи с этим. Первый момент определяется изменениями гидрографов основных притоков р. Или, на которых построены водохранилища. Второй момент связан с масштабом экстремумов влияния работы водохранилищ на сток реки Иле, которые регистрировались в период с 2007 по 2016 года, что является предметом данного исследования.

Отнесение китайской стороной оперативной гидрологической информации к классу закрытой, имеющей отношение к безопасности страны, ограничивает информационную обеспеченность казахстанской стороны. Определенным выходом из этой ситуации может быть анализ спутниковых данных. Спутниковые снимки позволяют проводить диагностику

наполненности водохранилищ, и оценивать влияние их работы на объёмы стока р. Или ниже по течению, как в аспекте средних характеристик, так и в формате величин экстремумов влияния на месячный сток.

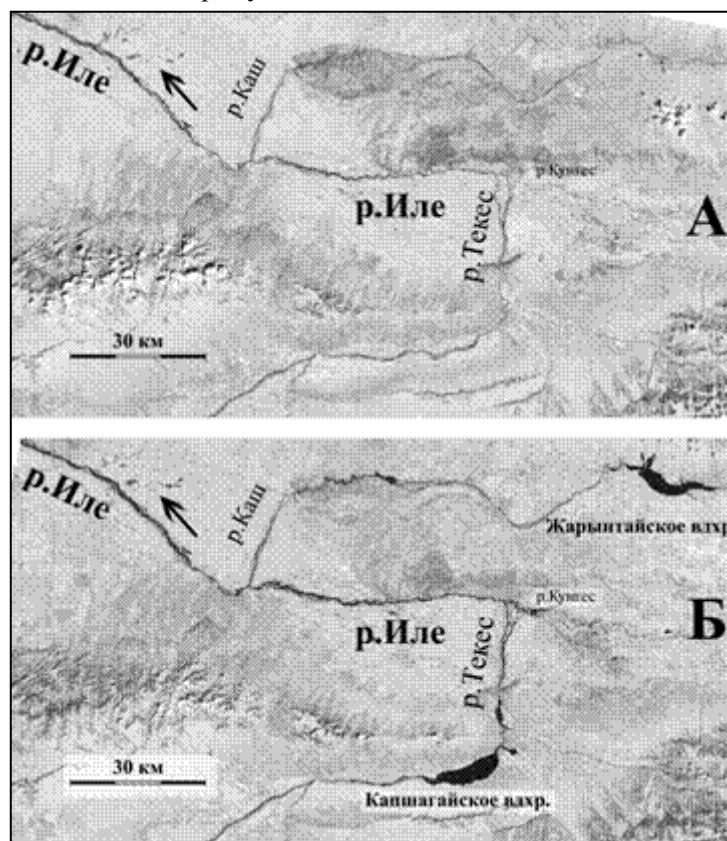


Рис. 1. Спутниковые снимки LANDSAT (разрешение 30 м) фрагмента китайской части бассейна р. Или до и после строительства двух доминирующих региональных водохранилищ (Капшагайское на р. Текес и Жарынтайское на р. Каша): А – снимок за 5 августа 2000 года; Б – снимок за 9 августа 2016 года.

Спутниковые данные. Мультиспектральные спутниковые снимки LANDSAT-5, 7, 8 с пространственным разрешением 30 м доступны на сайте министерства геологии США (<http://glovis.usgs.gov>). 181 снимок LANDSAT-5, 7, 8 периода 2005...2016 гг. по сеновой позиции (WRS-2: 146×30) привлекался для мониторинга территории китайского сектора бассейна р. Или, где расположены региональные водохранилища.

Принципы обработки спутниковой информации. Сезонные вариации площади водных зеркал доминирующих водохранилищ китайского сектора бассейна р. Или достаточно велики, примерно от 30 до 60 км².

Минимум площади зеркала регистрируется в апреле-мае, максимум в сентябре-октябре. Спутниковый мониторинг размеров водных зеркал совместно с батиметрической информацией даёт возможность оценивать текущий уровень наполненности резервуаров [1, 2]. Анализ 10-летнего периода (2007...2016 гг.) работы Капшагайского (р. Текес) и Жарынтайского (р. Каш) водохранилищ позволяет построить статистически корректные характеристики (минимум, среднее, максимум) наполненности резервуаров в течение года (рис. 2).

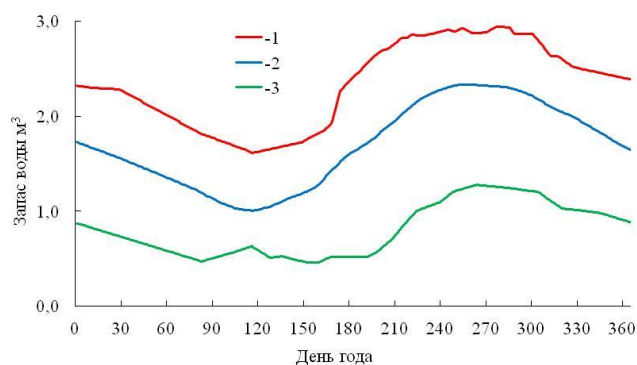


Рис. 2. Спутниковые оценки суммарного запаса воды в рабочих частях Капшагайского (р. Текес) и Жарынтайского (р. Каш) водохранилищ в течение года. Период наблюдений: 2007...2016 гг. 1 – максимум, 2 – среднее, 3 – минимум.

Обсуждение полученных данных. 3-D модели резервуаров водохранилищ совместно со спутниковым мониторингом размеров их водных зеркал дают оценку текущих запасов воды. Каждый пролёт спутника с качеством снимка, достаточным для определения площади водного зеркала, позволяет рассчитать величину запаса воды в рабочей части водохранилища. Периодичность посещения спутниками LANDSAT одной сеновой позиции (в данной работе это позиция WRS-2: 146×30) составляет раз в 8 дней. Линейная аппроксимация переводит 8-дневные оценки к суточным, которые служат основой для всех последующих вычислений и анализов.

На рис. 3 показаны величины многолетних вариаций суммарного запаса воды в рабочих частях основных региональных водохранилищ, регистрировавшиеся спутниками в течение 2007...2016 гг., в сравнении со средним многолетними (месячные данные) объёмами стока р. Или (сумма стока р. Каш и Текес).

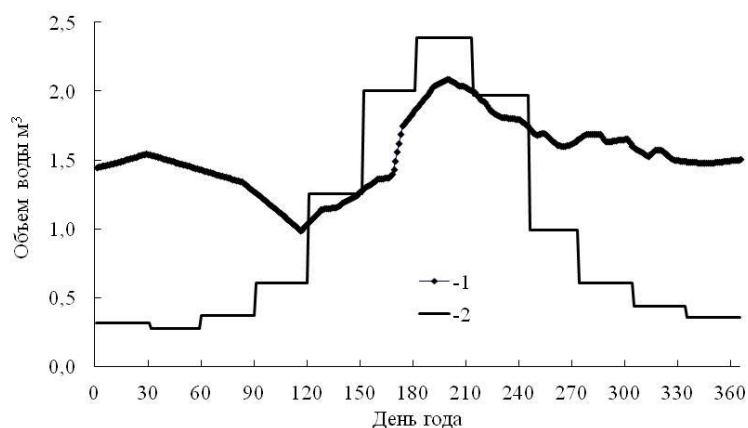


Рис. 3. Средний (1960...2005 гг.) суммарный объем месячного стока рек Текес и Каш в нижнем течении (1). Спутниковые оценки вариативности суммарного запаса воды в рабочих частях Капшагайского (р. Текес) и Жарынтайского (р. Каш) водохранилищ в период 2007...2016 гг. (2).

Влияние на сток р. Или в китайской части бассейна от срабатывания водохранилищ может быть весьма значительным. Например, в декабре максимальное влияние на величину расхода воды в р. Или фиксировалось в сезоне 2016 г., (+286 м³/с), минимальное - в 2008 г. (+5,6 м³/с). В тёплый период регистрируется обратный процесс - изъятие воды из стока реки для заполнения водохранилищ. Например, в июне вариации влияния водохранилищ на среднемесячный расход воды по спутниковым оценкам составляли от (-4 м³/с) в сезоне 2013 г., до (-447 м³/с) в сезоне 2016 г. Информация по величинам экстремумов влияния работы водохранилищ на месячные стоки р. Или в период 2007...2016 гг. представлена в таблице.

Таблица

Вариации суммарного расхода воды в основных притоках р. Или (рр. Текес и Каш) и экстремумы влияния на сток р. Или от работы (заполнение-срабатывание) двух доминирующих региональных водохранилищ (Капшагайское и Жарынтайское) зарегистрированные в период 2007...2016 годов, м³/с

Месяц	Вариации (1957...2005 гг.) суммарного расхода воды: р. Текес + р. Каш (при впадении в р. Или)			Экстремумы влияния работы водохранилищ на сток р. Или, (-) изъятие воды; (+) поддержка стока	
	среднее	минимум	максимум	минимум	максимум
Январь	130	95	173	+6	+86
Февраль	119	96	173	+27	+88
Март	144	108	229	+24	+170
Апрель	246	126	418	-59	+162

Месяц	Вариации (1957...2005 гг.) суммарного расхода воды: р. Текес + р. Каш (при впадении в р. Или)			Экстремумы влияния работы водохранилищ на сток р. Или, (-) <i>изъятие воды</i> ; (+) <i>поддержка стока</i>	
	среднее	минимум	максимум	минимум	максимум
Май	468	263	857	-185	+47
Июнь	791	456	1184	-447	-4
Июль	904	607	1253	-220	-34
Август	765	557	1230	-393	-23
Сентябрь	401	254	714	-124	+5
Октябрь	237	182	365	-74	+129
Ноябрь	177	131	283	+54	+194
Декабрь	133	110	212	+6	+286

Выводы. Ввод в эксплуатацию на территории КНР в 2007 г. Капшагайского (р. Текес) и Жарынтайского (р. Каш) гидроузлов с водохранилищами суммарного объема 4,5 км³ определило появление ещё одного фактора антропогенного влияния на сток трансграничной р. Или в верхней, китайской части её бассейна. Сезонное наполнение и срабатывание рабочих частей этих водохранилищ в объеме около 3 км³ воды способно значимо влиять на расход воды в р. Или на границе КНР - Казахстан.

По данным за 2007...2016 гг. максимальное влияние на сток р. Или от работы региональных водохранилищ регистрировалось в декабре и июне. Например, в декабре 2016 г. река получила дополнительную поддержку от срабатывания водохранилищ в размере 286 м³/с, что существенно превышает многолетний максимум естественного стока рек Текес и Каш (212 м³/с). В июне 2016 г. изъятие воды из речного стока Или для наполнения водохранилищ оценивалось по спутниковым данным в 447 м³/с, что превышает разницу между средним уровнем и многолетним максимумом (393 м³/с), или многолетним минимумом (335 м³/с).

Таким образом, экстремальный режим работы водохранилищ китайского сектора бассейна р. Или на заполнение способен изменить водность основных притоков р. Или в течение месяца от многолетнего максимального уровня до среднего или от среднего к маловодному. С учётом того, что основные китайские потребители воды (пахотные земли) находятся ниже водохранилищ по течению, сток р. Или на границе КНР - Казахстан в течение 1...2 месяцев может быть существенно занижен антропогенной нагрузкой, особенно при водности года, ниже среднего уровня.

В настоящее время при моделировании водности р. Или на границе КНР – Казахстан с прогнозным горизонтом 1...2 месяца и менее полезно

включать информацию по фактической заполненности водохранилищ китайского сектора бассейна и ожидаемому режиму их работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терехов А.Г., Долгих С.А. Спутниковый мониторинг гидрологического режима водохранилища на реке Текес (китайская часть бассейна реки Иле) // Вестник КНУ (серия географическая) – 2015. – № 1(40). – С. 143-147.
2. Терехов А.Г., Пак И.Т, Долгих С.А. Данные LANDSAT-5, 7, 8 и ЦМР в задаче мониторинга гидрологического режима Капшагайского водохранилища на реке Текес (китайская часть бассейна реки Иле) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т. 12. – № 6. – С. 174-182.

Поступила 26.12.2016

Техн. ғылымд. канд. А.Г. Терехов

ҚАЗАҚСТАН МЕН ҚХР ШЕКАРАСЫНДАҒЫ ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ СУЛЫЛЫҒЫНЫҢ ТӘРТІБІНЕ ҚЫТАЙ СЕКТОРЫНДАҒЫ ОРНАЛАСҚАН ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ БАССЕЙНДАҒЫ СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ӘСЕР ЕТУ ПОТЕНЦИАЛЫ

Түйін сөздер: су қоймасы, гидрологиялық режимі, спутниктік, ақаулық, өзендегі су ағыны, өзені ағыны, су қоймасындағы су жеткізу, реттеу өзен ағыны

Қытай секторындағы Іле өзенінің бассейндегі екі ірі су қоймаларының 2007 мен 2016 жылдар аралығындағы жұмыс істеу қабілетіне серіктік диагностикасы жасалған. Жылдың сулылығына қарай және де өзеннің ағу ресурстарының басқару стратегиясына байланысты су қоймалардың жұмыс жасайтын бөлімдерінде суды сақтау көлемі 0,5...3,0 куб. км-ға дейін өзгеріп тұратыны көрсетілген. Су қоймаларының Іле өзеннің ағымына 2,5 куб. км көлемінде әсер ету күші, ең сулы болған жылдағы (шілде: 2,4 куб. км) айдын көп жылдық орташа санын асып түсті. Сонымен, Қытай секторындағы Іле өзенінің бассейнінің су қоймаларының мезгілдік толу (босатылуы) тәртібі Қазақстан мен ҚХР шекарасындағы Іле өзеннің өзгеруіне байқаулы әсер етуі мүмкін, көп айлар бойы сақталатын техногендік су тапшылығы (су көптігі) болуы мүмкін.

Terekhov A.

**THE POTENTIAL OF THE INFLUENCE OF CHINESE RESERVOIRS
ON THE RIVER ILE RUNOFF ON THE BOUNDARY
OF THE CHINA – KAZAKHSTAN**

Keywords: reservoir, hydrological regime, satellite diagnostics, river discharge, river runoff, water deposits in the reservoir, flow regulation river

The satellite diagnostics of the seasons (2007...2016 year's) evolution of the two dominant reservoirs in Ile river basin was carried out. It was determined the water deposits in reservoir working parts are varied from 0.5 to 3,0 km³. The volume of reservoir's water deposits depended from values and using regime of season's river Ile runoff. The reservoirs have the 2,5 km³ water potential of the influence on river Ile runoff. This is more then the biggest season average of the month's runoff (July – 2,4 km³). Thus the reservoir's water deposits can to have solid influence on parameters of Ile river runoff during several months.