

05.23.16 Гидравлика и инженерная гидрология

Оригинальная статья

УДК 502/504:556

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-2-92-101

**АСПЕКТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК****РАТКОВИЧ ЛЕВ ДАНИЛОВИЧ** , канд. техн. наук, профессор

levkivr@mail.ru

МАНХАЛЬ МУАЛЛА , аспирант, Сирия

manhal.moualla@mail.ru

САФОНОВА НАДЕЖДА ВЛАДИМИРОВНА, студент магистратуры

blackmast.sn@gmail.com

АГЕЕВ ДАНИИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ, студент магистратуры

dankow12@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская, 49. Россия

Рассматривается водохозяйственная обстановка двух трансграничных бассейнов разного масштаба с учетом индивидуальных особенностей системы использования водных ресурсов. Анализируются водохозяйственно-экологические проблемы рек Евфрат (Турция-Сирия) и Каркотис (Кипр), оценивается их водохозяйственный потенциал исходя из обобщенных гидрологических параметров. Выбранные речные бассейны имеют водосборные площади (440 тыс. км² и 90 км²), отличающиеся на несколько порядков, однако суть проблем сохраняется вне зависимости от масштабов и требует одинаково детального анализа и индивидуального методического подхода. Исторически напряженный с точки зрения водных ресурсов регион Месопотамии рассмотрен на примере реки Евфрат. Существующие и проектируемые гидроузлы и водохозяйственные системы в бассейне Евфрата на территории Турции и Сирии предопределяют потенциальную конфликтность интересов. Без акцентирования внимания на политических аспектах проблемы анализируются сложившаяся обстановка и реальный водный потенциал на границе Турции и Сирии. Река Каркотис (другое название – Кларис) берет начало на северо-востоке горного массива Троодос в республике Кипр и впадает в залив Морфу Средиземного моря. Проект «Кариотис» (название проекта несколько отличается от названия реки) создавался в 90-е гг. прошлого века группой советских специалистов на условиях контракта. Проект не был реализован по причинам скорее политического характера, но представляет интерес с точки зрения решаемых проектных задач и трансграничных особенностей. Сформулированы наиболее важные направления научных исследований, связанных с гидролого-водохозяйственным обоснованием проектных решений по управлению водными ресурсами. Это является первоочередным условием эффективного совместного водопользования в трансграничных бассейнах.

Ключевые слова: трансграничные реки, Хельсинские правила использования вод международных рек, совместное водопользование, водохозяйственный потенциал, экологический попуск

Формат цитирования: Раткович Л.Д., Манхаль М., Сафонова Н.В., Агеев Д.В. Аспекты распределения водных ресурсов трансграничных рек // Природообустройство. – 2021. – № 2. – С. 92-101. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-2-92-101.

© Раткович Л.Д., Манхаль М., Сафонова Н.В., Агеев Д.В., 2021

Original article

WATER RESOURCES TRANSBOUNDARY RIVERS REGULATION ISSUES

RATKOVICH LEV DANILOVICH[✉], *candidate of technical sciences, professor*
levkivr@mail.ru

MANHAL MOULLA[✉], *post graduate student from, Syria*
manhal.moualla@mail.ru

SAFONOVA NADEZHDA VLADIMIROVNA, *MA student*
blackmast.sn@gmail.com

AGEEV DANIIL VLADIMIROVICH, *MA student*
dankow12@mail.ru

Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev; 127434, Moscow, Timiryazevskaya, 49. Russia

The article concentrates on the water management situation of two transboundary basins of different scales taking into consideration the individual characteristics of the system of water resources using. The water management and environmental problems of the Euphrates (Turkey-Syria) and Karkotis (Cyprus) rivers are analyzed and their water management potential is estimated based on their generalized hydrological parameters. The chosen river basins have catchment areas (440 thousand km² and 90 km²) that differ by several orders of magnitude, but the essence of the problems remains regardless of the scale and requires an equally detailed analysis and an individual methodological approach. The historically tense Mesopotamian region in terms of water resources is considered on the example of the Euphrates River. The existing and projected hydraulic units and water management systems in the Euphrates basin on the territory of Turkey and Syria predetermine a potential conflict of interests. Without focusing on the political aspects of the problem, the current situation and the real water potential on the border of Turkey and Syria are analyzed. The Karkotis River (another name for Klarios), originates in the north-east of the Troodos mountain range and flows into the Morphou gulf, Mediterranean Sea. The project «Kariotis» (the name of the project differs a little from the river name) was created in the 90s of the last century by a group of Soviet specialists on the terms of a contract. The project was not implemented for political reasons, but it is of interest in terms of the project tasks to be solved and cross-border features. The most important areas of the scientific research related to the hydrological and water management justification of project solutions for water resources management are formulated. This is a primary condition for effective joint water use in transboundary basins.

Keywords: *transboundary rivers, Helsinki rules for the use of international river waters, shared water use, water management potential, ecological release*

Format of citation: *Ratkovich L.D., Manhal M., Safonova N.V., Ageev D.V. Aspects of the distribution of water resources of transboundary rivers // Prirodobustrojstvo. – 2021. – № 2. – S. 92-101. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-2-92-101.*

Введение. Вопросы комплексного использования водных ресурсов трансграничных рек актуальны на протяжении примерно двухсотлетней истории водопользования. С начала XIX в. подписано порядка 250 независимых договоров на более чем сотню водных объектов. В настоящий момент международное право в области водных отношений основывается на общности государственных интересов в зоне влияния трансграничного водного объекта. При его использовании должен применяться бассейновый подход, когда водная система рассматривается как единое целое для сопредельных стран при сохранении их национального суверенитета.

Исследование проблем трансграничных водных объектов является одним из наиболее актуальных научно-практических направлений в изучении вопросов рационального водопользования и совместного использования водных ресурсов пограничными странами. Помимо многих нерешенных вопросов в водном секторе, эта тема неизменно связана с политическими интересами. Возрастает значение как методических, так и гуманитарных подходов в рамках международного права.

Трансграничным рекам свойственны множественные частные задачи в сфере проектирования и эксплуатации водохозяйственных систем, осложненные фактором международного взаимодействия.

Хельсинские Правила использования вод международных рек в дальнейшем совершенствовались и дополнялись конвенцией ООН 1992 года (вступила в силу в 2006 г.) [1], Берлинскими правилами 2004 года, документами Европейской экономической комиссии ООН [2].

Трансграничное водопользование, весьма масштабно представленное рядом документов методического характера наряду с действующими международными договорами и соглашениями, до сих пор является наиболее сложной и болезненной водохозяйственной проблемой. В связи с этим требуются дополнительные исследования для совершенствования методики гидролого-водохозяйственного обоснования водохозяйственных систем с учетом трансграничных условий [3, 4].

Цель и задачи исследований. Цель исследований заключается в том, чтобы, не акцентируя внимание на политических аспектах, рассмотреть методические особенности водохозяйственного анализа двух совершенно разных трансграничных рек. На наш взгляд, это было целесообразно для того, чтобы сделать определенные обобщения на аналогичных водных объектах с учетом индивидуальных особенностей. Задачей исследований стали выявление моментов напряженности в трансграничных взаимодействиях и оценка гидролого-водохозяйственных показателей, определяющих возможности использования водных ресурсов.

Методика и результаты исследований. В качестве объектов исследования рассмотрены бассейны рек Евфрат (Турция-Сирия-Ирак) и Каркотис (Кипр). В процессе работы использованы материалы проектной документации и научных отчетов разных лет ПО Совинтервод и РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Водохозяйственный анализ базируется на обобщенных параметрах стока и водопотребления в сочетании с имитационным моделированием.

Река Евфрат

Площадь водосбора, по разным источникам, составляет от 440 до 673 тыс. км². Характерной особенностью бассейна, помимо традиционных водохозяйственно-экологических проблем, является неопределенность в оценке водных ресурсов и, как следствие, необоснованность их распределения. Практически все трансграничные проблемы имеют многовековую историю. Одна из наиболее острых мировых проблем такого рода уходит корнями в историю

борьбы за воду между шумерскими городами Месопотамии. К сожалению, стратегия совместного использования водных ресурсов бассейнов Тигра и Евфрата так и не выработана Сирией, Турцией и Ираком (рис. 1).



Рис. 1. Схема бассейнов рек Тигр и Евфрат (URL: <https://ds05.infourok.ru/uploads/ex/0a5f/000a3006-f67ca2b3/img13.jpg>)

Fig.1. Scheme of the Tigris and Euphrates rivers basins

Обе многоводных реки приходят с юго-востока Турции, являясь основным источником водоснабжения трех десятков миллионов человек, проживающих на территории названных государств. Политические конфликты здесь в значительной степени обусловлены отсутствием согласованного плана перспективного водопользования, который в равной степени устраивал хотя бы Сирию и Турцию с последующим переходом к трехсторонним переговорам. Однако реализация подобного подхода нуждается в обоснованной методике распределения водных ресурсов исходя из природного водохозяйственного потенциала, формирующегося на территории частных водосборов как выше трансграничных створов, так и между ними.

Центральная водная проблема Сирии заключается в дефиците воды, усугубляемом периодами засухи (2006-2011 гг.) и, конечно, последствиями гражданской войны. Около 1,5 млн чел. потеряли средства к существованию, сотни тысяч сельских жителей переселились в города в поисках более приемлемых условий жизни. Для Сирии река Евфрат поставляет около 80% водных ресурсов рек страны [5]. Ирак в отличие от Сирии располагает и другими источниками водоснабжения, в том числе ресурсами реки Тигр. Речной сток Тигра на 75% превышает ресурсы Евфрата.

В соответствии с географическим положением государства расположенные выше по течению реки имеют территориальное преимущество в контроле над водными ресурсами. Официальные соглашения о распределении водных ресурсов заключены между Сирией (в то время – Французский протекторат) и Турцией в 1920 г., между Турцией и Ираком – в 1946 г. «Водное противостояние» начинало проявляться с 1970 г., когда речной бассейн из естественного природного объекта превращался в совокупность водохозяйственных систем, базировавшихся на построенных гидроузлах и создаваемых ими водохранилищах на территории Турции и Сирии.

Обстановка значительно обострилась в связи с реализацией перспективных гидротехнических проектов на Евфрате (рис. 2) – таких, как каскад гидроузлов Юго-Восточной Анатолии (ЮВА в Турции), гидроузел Табка в Сирии. Создание гидроэнергетического каскада на Евфрате практически завершено.

Самая большая плотина в Сирии – гидроузел Табка – образует крупное водохранилище Эль-Асад объемом $11,7 \text{ км}^3$ с площадью зеркала более 600 км^2 , предотвращающим потери на дополнительное испарение около $1,5 \text{ км}^3$ в год. Функциональная направленность объекта – производство электроэнергии и регулярное орошение земель в долине Евфрата [6]. Гидроузел введен в действие в 1973 г., резко обострив обстановку между Сирией и Ираком, поскольку крупные водохранилища для начала эксплуатации должны набрать определенный объем, соответствующий проектному режиму регулирования.

Благодаря участию СССР и Саудовской Аравии конфликт был урегулирован. Аналогичный конфликт разразился в 90-е гг., но уже между Турцией и Сирией в связи с заполнением водохранилища Ататюрк в Турции. Емкость этого самого большого водохранилища на Евфрате составляет $48,7 \text{ км}^3$, что в сумме с водохранилищами Кебан и Каракая достигает 90 км^3 .

В 1980 г. на основе соглашения между Ираком и Турцией создан Совместный технический комитет (далее – СТК) по региональным водам, к которому в 1983 г. присоединилась Сирия. Помимо общих вопросов рационального использования и распределения водных ресурсов Тигра и Евфрата, предусматривались обмен гидрологическими и метеорологическими данными и обсуждение режимов наполнения водохранилищ Каракая и Ататюрка на территории Турции. Несмотря на многочисленные совещания, деятельность

СТК была недостаточно эффективной в силу разного понимания принципов совместного использования водных ресурсов, что и привело к прекращению его деятельности в 1992 г.

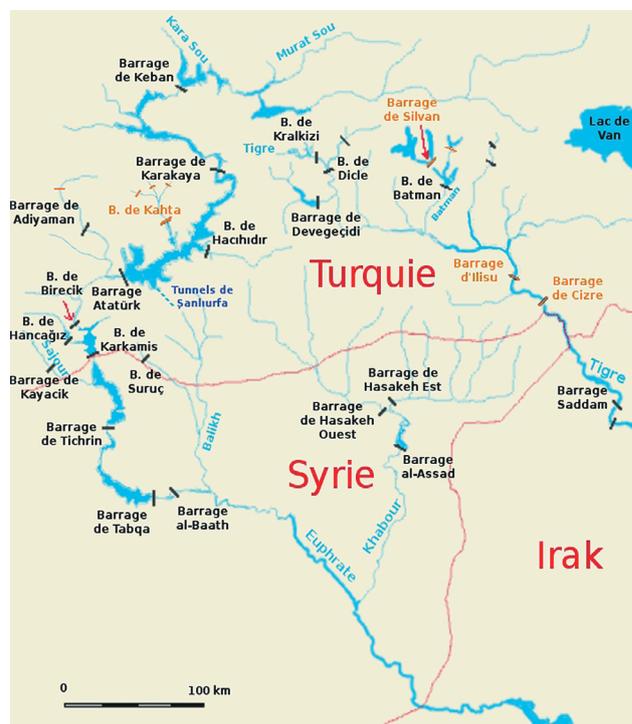


Рис. 2. Действующие (выделено черным цветом) и проектируемые, либо строящиеся, гидроузлы (выделено желтым цветом)

(URL: <https://saiga20k.livejournal.com/43036.html>)

Fig. 2. Existing (black) and projected or under construction hydraulic units (yellow)

Характерной особенностью практически всех водохозяйственных стратегий стран-участниц является их политическая несовместимость на разных отрезках времени. Следует рассматривать Евфрат и Тигр как единую водную систему или независимо? По мнению Турецкой стороны, обе реки образуют единый трансграничный речной бассейн (Шатт-эль-Араб), и в соответствии с Конвенцией о праве несудоходных видов использования международных водотоков Евфрат не является «международной рекой», оставаясь в области суверенного права Турции. Естественно, что позиция Ирака и Сирии противоположна и основывается на обязательном соглашении по распределению водных ресурсов Евфрата с учетом потребностей каждой из заинтересованных сторон.

В 1989 г. подписано соглашение о совместном водопользовании, подтверждающем транзит Евфрата на границе Турции с Сирией в раз-
мере $500 \text{ м}^3/\text{с}$, из которых $210 \text{ м}^3/\text{с}$ резервируется

для Ирака. Наконец, самая конструктивная инициатива заключалась в создании в 2008 г. совместного «водного института» в Турции, который должен работать над решением трансграничных водных проблем трех стран. Инициатива предложена в качестве модели отношений для стран Центральной Азии.

Опираясь на доступную информацию, сделаем оценку реальной величины водных ресурсов Евфрата на границе с Сирией. Научно-информационный центр Международной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии [6] представляет данные о стоке, отраженные в таблице 1.

Таблица 1

Многолетние параметры стока Евфрата в разные периоды

Table 1

Long-term parameters of the Euphrates flow over different periods of time <https://saiga20k.livejournal.com/43036.html>

Период <i>Period</i>	Средний сток, км ³ <i>Average flow, km³</i>	Минимальный наблюденный <i>Minimal observed</i>	Максимальный наблюденный <i>Maximal observed</i>	C _v
1938-2010	26,6	12,7	56,8	0.33
1938-1973	30,0	15,0	56,8	0.29
1974-1987	24,9	12,7	34,1	0.27
1988-1998	25,5	14,7	50,1	0.42
1974-1998	25,1	12,7	50,1	0.34

Суммарный объем водохранилищ на Евфрате на территории Турции (~90 км³) примерно в три раза превышает среднюю величину контролируемого стока. При таком соотношении регулирования и ресурсов стока можно добиться максимально высокой гарантированной водоотдачи в режиме многолетнего регулирования. Однако теория регулирования стока ограничивает величину гарантированной водоотдачи среднемноголетним значением стока с коэффициентом 0,9-0,95 в зависимости от степени изменчивости стока (C_v). Для детального анализа необходима дополнительная информация о водопотреблении и потерях их водохранилищ на дополнительное испарение. Экспертная оценка ситуации примерно соответствует графику рисунка 3.

Кривые обеспеченности стока на рисунке 3 показаны в естественном состоянии реки, а также с учетом вероятной зарегулированности стока, потерь на дополнительное испарение и водопотребление. Приведен наиболее оптимистичный сценарий, поскольку оценки, встречающиеся в публикациях, указывают на более существенное снижение стока в связи с антропогенным воздействием и вероятными изменениями климата. Однако эти оценки приводятся без подтверждения. Как следует из графика, при оптимистичном сценарии транзит в Сирию составляет в среднем 20-22 км³ в год. В остро-маловодные годы цифры транзита снижаются 12-16 км³. Очевидно, что обязательства Турции в размере 500 м³/с (15,77 км³) могут быть выполнены

при названных выше параметрах стока. Ключевым моментом здесь являются надежность гидрологических параметров речного стока не только на современном этапе, но и с учетом прогноза в обозримой перспективе.

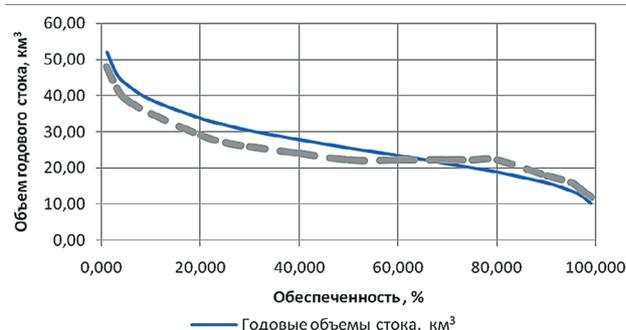


Рис. 3. Кривые обеспеченности годового стока на границе Турции и Сирии

Fig. 3. Curves of annual flow exceedance probability curves on the Turkey-Syria border

Река Каркотис

Река Каркотис (другое название – Кларис) (рис. 4) берет начало на северо-востоке горного массива Троодос и впадает в залив Морфу Средиземного моря. Длина реки не превышает 28 км. Плодородная долина реки – Солеа – с фруктовыми деревьями и системой ирригационных каналов, подающих воду в фермерские хозяйства, которым свойственна высокая культура водоподготовки и водопользования. Проект «Кариотис» создавался в 90-е гг. прошлого века группой

советских специалистов на условиях контракта [7]. Проект не был реализован по причинам скорее политического характера, но представляет интерес с точки зрения решаемых проектных задач и методических особенностей.

Следует отметить, что водохозяйственное обоснование системы на основе имитационного моделирования, включая расчетные показатели водохранилища, выполнялись с использованием многолетних гидрологических рядов стока ($N = 76$ лет) в расчетных створах. Многолетние ряды сгенерированы на основе модели Миро (генетическая модель речного стока, разработанная Кипрским гидрологом-математиком Миро), многолетних наблюдений за стоком и его корреляционной связи с осадками. Репрезентативность рядов оценивалась по числу многоводных и маловодных циклов и точности оценки параметров стока.

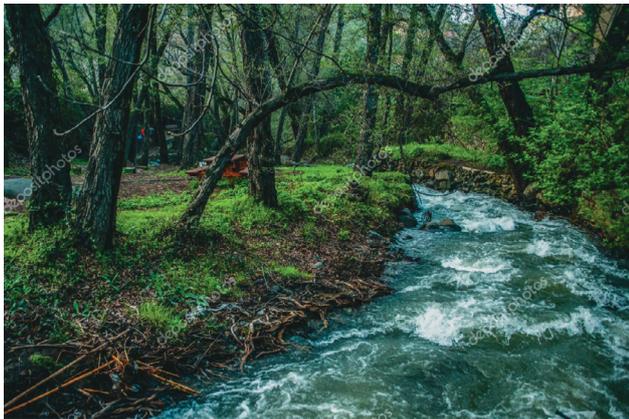


Рис. 4. Река Каркотис, протекающая через горную деревню Какопетрию (URL: <https://ru.depositphotos.com/serie/377059502.html?qview=377059532>)

Fig. 4. The Karkotis river flowing through a mountain village of Kakopetriya

Соседние реки Каркотис и Атсас разделили функции с учетом того обстоятельства, что Каркотис – одна из немногих рек острова, не высыхающая летом, с реальным ресурсным потенциалом 18,6 млн m^3 , но не имеющая топографических возможностей для регулирования стока. По сравнению с Евфратом эта величина ниже точности расчетов его стока. Реки Кипра маловодны, с выраженными осенними и зимними паводками. Главный источник питания – атмосферные осадки, питающие многочисленные ручьи, впадающие в Каркотис (рис. 5). Для островного государства 18,6 млн m^3 – весьма ценный водный ресурс. Река Атсас, наоборот, практически

не располагает собственным стоком, но имеет чашу для аккумуляции воды.

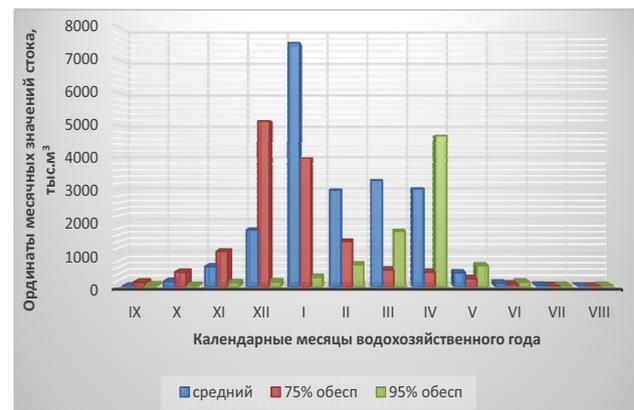


Рис. 5. Очертание гидрографов стока реки Каркотис

в характерные по водности годы

Fig. 5. The outline of hydrographers of the Carcotis River flow in typical years of water content

Идея проекта заключалась в переброске части стока Каркотиса в создаваемое водохранилище Айос – Теодорос на реке Атсас – посредством строительства водозаборного гидроузла в районе Какопетрии и туннеля через водораздел двух рек (рис. 6). Постановка задачи формулировалась следующим образом: определить максимальную величину гарантированной водоподачи в Никосию при условии сохранения гарантированного орошения в долине Солеа и приемлемого попуска за Зеленую линию (демаркационная граница между основной территорией острова и Северным Кипром). Предпочтение отдавалось гравитационному варианту водоподачи на орошаемые земли. Режим транзитного попуска определялся из условий предотвращения интрузии морских вод в подземные горизонты.

Уравнения водохозяйственного баланса для имитационного моделирования представлены следующим образом:

$$\text{Каркотис: } TR_A = S_k - W_{nK} \text{ (если } Tr_A > 0 \text{).}$$

$$\text{Атсас: } S_A + TR_A \pm DV - L_e - L_s = W_{upp} + W_{Ник} + W_{nA}.$$

S_k, S_A – приток Каркотиса и Атсаса к створам гидроузлов; Tr_A – туннельная водоподача в водохранилище Айос-Теодорос; DV – регулирование стока в водохранилище Айос-Теодорос; L_e, L_s – потери на испарение и фильтрацию из водохранилища Айос-Теодорос; W_{upp} – орошение в долине Солеа; $W_{Ник}$ – переброска в Никосию; W_{nK}, W_{nA} – остаточный транзит стока по рекам Каркотис и Атсас.

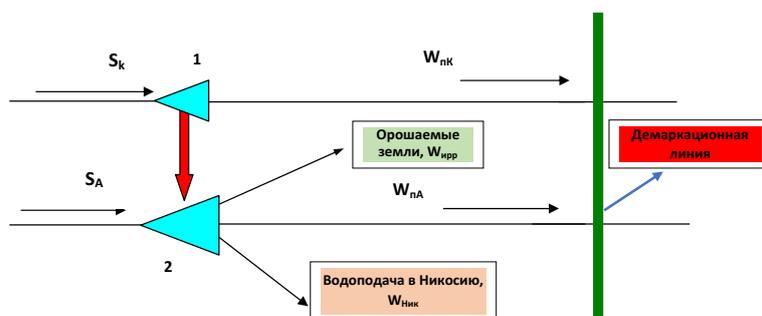


Рис. 6. Расчетная водно-балансовая схема ВХС Каркотис-Атсас:

1. Водозаборный гидроузел в створе Какопетрия-Галата;
2. Водохранилище многолетнего регулирования Айос-Теодорос

Fig. 6. Calculation scheme of water balance of Karkotis-Atsas WES:

1. Water intake waterworks in the Kakopetria-Galata alignment;
2. Long-term regulation reservoir of Ayios Theodoros

Весь свободный резерв стока, за вычетом необходимого транзита за зеленую линию, планировалось подавать по тоннелю в водохранилище Айос-Теодорос, а затем, после регулирования, в гарантированном режиме распределять между трассой в Никосию и орошением в долине Каркотиса.

Режим регулирования стока водохранилищем Айос-Теодорос разрабатывается исходя из системы критериев, принятой на Кипре в соответствии с британской инженерной школой: «reliability-R» – отношение фактической многолетней водоотдачи к объему проектных требований за тот же период: $R = 0.9$ для орошения и $R = 0.95$ для водоснабжения; максимально допустимые объемы урезки требований в 80% лет периода эксплуатации и соответственно за весь расчетный ряд. Так, для citrusовых и листопадных допускается снижение нормы не более чем на 25%, для зерновых и овощей – не более чем на 65%, то есть гораздо более мягкие требования. Оливки и другие культуры не имеют специальных ограничений по недодаче воды, кроме параметра R . Максимальная урезка нормы требований за пределами 80% барьера citrusовых и листопадных, и эта величина не должна превышать 50%. Другие культуры специальных ограничений не имеют. В результате согласований для водоснабжения Никосии снижение нормы было принято в размере 10% для 80% лет и 20-25% – для остальных лет.

Вынужденное снижение водопотребления встречает понимание у населения, имеющего богатый опыт водопользования в условиях острого дефицита пресных вод. Проектная водоподача в Никосию с учетом указанных значений критериев составила 6 млн м³

в год при полезном водопотреблении в долине Каркотиса 3,8 млн м³ в год. Полезный объем водохранилища составил 22,4 млн м³. Решения получены на основании обработки баланса изъятия (табл. 2) и полученных результатов имитационного моделирования (рис. 6, 7). Режим регулирования стока достигает цели при соблюдении разработанного диспетчерского графика (табл. 3, рис. 8).

Результаты и обсуждение. Рассмотрены фрагментарно два речных бассейна, водные ресурсы которых отличаются фактически на три порядка: Евфрат – 26600 млн м³, Каркотис – 18 млн м³. Масштабы речного бассейна, безусловно, играют весьма важную роль с точки зрения стоимости мероприятий по рациональному водопользованию, регулированию и территориальному перераспределению стока. Одновременно последствия неправомерных решений гораздо более чувствительны для пограничных государств и в большей степени опасны как катализаторы военных конфликтов. Что касается самих проблем, то они во многом сходны.

По бассейну Евфрата имеется несколько моментов неопределенности. Во-первых, необходимо детальное обоснование располагаемых водных ресурсов по длине реки, включая территорию Ирака, для всего диапазона водности, а не только в средних по водности условиях. В информации о распределении естественного стока между Турцией, Сирией и Ираком [8-10] на долю Турции приходится примерно 30% стока, около 20% – на Сирийскую часть бассейна, и от 40 до 50% формируется в Ираке. В зависимости от достоверности сведений реальные водные ресурсы могут быть скорректированы.

Таблица 2

Статистическая обработка многолетних объемов переброски из Каркотиса в водохранилище Айос-Теодорос за многолетний период, млн м³

Table 2

Statistical processing of multi-year transfer volumes from Karkotis to the Ayos-Theodoros reservoir over a multi-year period, million m³

Статистические параметры <i>Statistical parameters</i>	Годовой сток <i>Annual runoff</i>	Первый сезон расчетного года (IX-XI) – осень <i>The first season of the estimated model year (IX-XI) – autumn</i>			Второй сезон расчетного года (XI-V) – зима-весна <i>The second season of the estimated model year (XI-V) – winter-spring</i>		Третий сезон расчетного года (VI-VIII) – лето <i>The third season of the estimated model year (VI-VIII) – summer</i>	
		50	75	90	95	97		
Средний объем переброски, S_{cp} <i>Average transfer volume, S_{cp}</i>	9,28	1,67	5,32	2,28				
Стандартное отклонение, σ <i>Standard deviation, σ</i>	4,47	0,94	3,08	1,62				
Коэффициент вариации, C_v <i>Coefficient of variation, C_v</i>	0,48	0,56	0,58	0,71				
Расчетная обеспеченность, % l <i>estimated cost security, % l</i>	25	50	75	90	95	97		
Обеспеченные объемы переброски, Tr <i>Secured transfer volumes, Tr</i>	11,79	8,56	6,00	4,20	3,35	2,84		

Таблица 3

Отображение гарантированной водоотдачи водохранилища Айос-Теодорос по зонам диспетчерского графика, млн м³

Table 3

Displaying the guaranteed yield of the Ayos-Theodoros reservoir by the zones of control schedule, million m³

Зона <i>Zone</i>	Никосия <i>Nikosia</i>		Орошение в долине Солеа <i>Irrigation in the valey Solea</i>		Суммарная полезная отдача <i>Total useful yield</i>	
	норма <i>norm</i>	минимум <i>minimum</i>	норма <i>norm</i>	минимум <i>minimum</i>	норма <i>norm</i>	минимум <i>minimum</i>
ЗПВ	6,00	6,00	3,82	3,82	9,82	9,82
I	6,00	6,00	3,82	3,29	9,82	9,29
II	5,72	5,50	3,29	1,99	9,01	7,49
III	5,00	4,80	1,99	0,99	6,99	5,79

Следующим шагом гидролого-водохозяйственного анализа является, на наш взгляд, исследование эффективности регулирования стока реки, желательно – как единого каскада гидроузлов. При создании гидроузлов Кебан, Ататюрк и других крупных водохранилищ прежде всего решались технические проблемы гидроэнергетики.

Как отмечено выше, емкость водохранилищ втрое превышает величину среднего стока, и это сделано с целью создания мощности путем поддержания напоров гидроэлектростанций. При этом создается огромный испаритель, что является отрицательным фактором с точки зрения экономии водных ресурсов. Кроме того, это не может не создавать трудности с наполнением водохранилища как на стадии

первоначального наполнения и в процессе эксплуатации, что является проблемой для больших водохранилищ.

Правила управления водохранилищем (или каскада водохранилища) по типу версии проекта «Кариотис» должны разрабатываться только после решения вопросов распределения водных ресурсов и согласования системы критериев покрытия водопотребления странами участниками.

Требуется внимания и вопрос о транзитных попусках на сопредельную территорию, которые должны обосновываться не одной величиной расхода, а распределенным гидрографом, как любой санитарно-экологический попуск, то есть должны соблюдаться требования качества транзитного стока и его природоохранная функция.

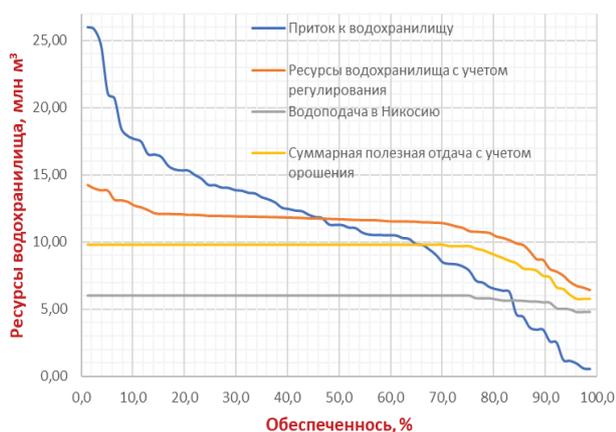


Рис. 7. Совмещенные кривые обеспеченности притока к водохранилищу Айос-Теодорос и его суммарной водоотдачи при соблюдении правил регулирования стока

Fig. 7. Combined flow exceedance probability curves to the Ayos-Theodoros reservoir and its total yield, while complying with flow regulations

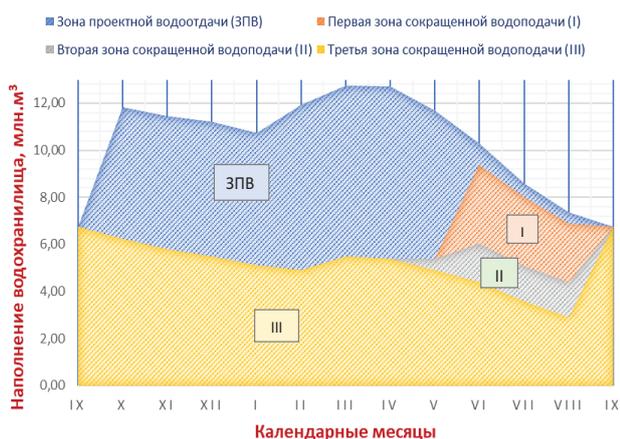


Рис. 8. Диспетчерский график водохранилища Айос-Теодорос

Fig. 8. Ayos-Theodoros Reservoir Control Schedule

Выводы

Водные ресурсы трансграничных речных бассейнов практически всегда сопряжены

Библиографический список

1. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер от 17 марта 1992 г. – https://ru.qaz.wiki/wiki/Convention_on_the_Protection_and_Use_of_TransboundaryWatercourses_and_International_Lakes
2. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных

с решением гидролого-водохозяйственных и экологических проблем. Страны-участники, как правило, настроены соблюдать международные принципы совместного водопользования, определенные Хельсинскими соглашениями, Конвенцией ООН, Берлинскими правилами, документами Европейской экономической комиссии ООН. Конфликтные или напряженные отношения провоцируются односторонней водохозяйственной деятельностью без оглядки на партнеров. Это, безусловно, связано либо со сложностью решения конкретных гидролого-водохозяйственных задач, либо с отсутствием согласованной методики водохозяйственного обоснования проектных решений, либо с желанием получения быстрой выгоды от гидротехнического строительства (как в бассейне Меконга), с игнорированием экологических ограничений. Основываясь на особенностях рассмотренных бассейнов, можно сформулировать некоторые рекомендации.

Прежде всего необходимо уточнить водохозяйственный потенциал используемого речного бассейна путем анализа гидрологической информации, при необходимости генерирования искусственных гидрологических рядов, позволяющих давать пространственно-временную оценку основных гидрологических характеристик с учетом антропогенного влияния и климатических изменений. Следующий этап – это план первоочередных мероприятий по рационализации использования водных ресурсов: модернизация технологических процессов в промышленности, оптимизация режимов орошения в сочетании с комплексными мелиорациями, природоохранные мероприятия на водосборах с использованием местного стока. Только после этого следует переходить к согласованному плану территориально-временного регулирования стока – с учетом сложившейся к данному моменту картины. Естественно, необходима совместная система мониторинга за трансграничными водными объектами. Без выполнения названных условий современное трансграничное водопользование, по-видимому, невозможно.

References

1. Konventsiya po ohrane i ispolzovaniyu transgranichnyh vodotokov i mezhdunarodnyh ozer Konventsiya po ohrane i ispolzovaniyu transgranichnyh vodotokov i mezhdunarodnyh ozer – 1992.03.17 https://ru.qaz.wiki/wiki/Convention_on_the_Protection_and_Use_of_TransboundaryWatercourses_and_International_Lakes
2. Konventsiya po ohrane i ispolzovaniyu transgranichnyh vodotokov i mezhdunarodnyh

озер, Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций Дворец Наций СН. – 1211 Женева 10, Швейцария. Layout and Printing at United Nations, Geneva – 1814240 (E) – October 2019. – 109. – ECE/MP.WAT/NONE/11. <http://cawater-info.net/library/rus/lakes.pdf>

3. **Раткович Л.Д.** Развитие методологии трансграничного водопользования применительно к условиям ограниченного контроля внешнего притока / Л.Д. Раткович, И.Ж. Атабиев, А.А. Иванов и др. // Природообустройство. – 2019. – № 5. – С. 98-106.

4. Aspects of the multiyear flow control in relation to transboundary rivers features / Ratkovich L.D., Bakshtanin A.M., Glazunova I.V., i dr. // International Journal of Advanced Science and Technology. Australia, 2020-06-05. – 2418-2439.

5. **Бояркина О.А.** Водный фактор в турецко-сирийских отношениях // Мировая политика. – 2017. – № 4. – С. 56-63.

6. **Рысбеков Ю.Х.** Трансграничное сотрудничество на международных реках: проблемы, опыт, уроки, прогнозы экспертов / Под ред. В.А. Духовного. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2009. – 203 с.

7. **Раткович Л.Д., Гурьев А.П., Чугунков В.А.** Водохозяйственные аспекты проекта Кариотис в республике Кипр // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – № 6. – С. 40-42.

8. **Дауди Марва** (2005), Le Partage des Eaux entre la Syrie, l'Irak et la Turquie. Négociation, Sécurité et Asymétrie des Pouvoirs, Moyen-Orient (на французском языке), Париж: CNRS, ISBN 2-271-06290-X Евфрат. <https://ru.qaz.wiki/wiki/Euphrates>.

9. **Френкен Карен** (2009), Орошение в регионе Ближнего Востока в цифрах. Обзор AQUASTAT 2008, Water Reports, 34, Rome: FAO, ISBN 978-92-5-106316-3 Евфрат. <https://ru.qaz.wiki/wiki/Euphrates>.

10. **Исаев В.А., Михайлов М.** Гидрология, эволюция и гидрологический режим Mouth Area Шатт-эль-Араб реки // Водные ресурсы. – 2009. – 36 (4). – С. 380-395. <https://ru.qaz.wiki/wiki/Euphrates>.

Критерии авторства

Раткович Л.Д., Манхаль М., Сафонова Н.В., Агеев Д.В. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Раткович Л.Д., Манхаль М., Сафонова Н.В., Агеев Д.В. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Статья поступила в редакцию 10.03.2021 г.

Одобрена после рецензирования 22.03.2021 г.

Принята к публикации 05.04.2021 г.

ozero Evropejskaya ekonomicheskaya komissiya Organizatsii Objedinennyh Natsij Dvoret Natsij SN – 1211 Zheneva 10, Shveitsariya. Layout and Printing at United Nations, Geneva – 1814240 (E) – October 2019-109 – ECE/MP.WAT/NONE/11 <http://cawater-info.net/library/rus/lakes.pdf>

3. **Ratkovich L.D.** Razvitiye metodologii transgranichnogo vodopolzovaniya primenitelno k usloviyam ogranichennogo kontrolya vneshnego pritoka / L.D. Ratkovich I.Zh. Atabiev A.A. Ivanov i dr. // Prirodoobustrojstvo. – 2019. – № 5. – S. 98-106.

4. Aspects of the multiyear flow control in relation to transboundary rivers features / Lev D. Ratkovich, Aleksandr M. Bakshtanin, Irina V. Glazunova, Natalya Evg. Plokhikh // International Journal of Advanced Science and Technology. – 2418-2439. Australia 2020-06-05.

5. **Boyarkina O.A.** – Vodnyj faktor v turetsko-sirijskih otnosheniyah // Mirovaya politika. – 2017. – № 4. – S. 56-63.

6. **Rysbekov Yu.H.** Transgranichnoe sotrudnichestvo na mezhdunarodnyh rekah: problemy, opyt, uroki, prognozy ekspertov // Pod red. V.A. Duhovnogo. – Tashkent: NIC MKVK, 2009. – 203 s.

7. **Ratkovich L.D.** Vodohozyajstvennyye aspekty proekta Kariotis v respublike KIPR [Tekst]: nauchnoe izdanie / L.D. Ratkovich, A.P. Gur'ev, V.A. Chugunkov // Melioratsiya i vodnoe hozyajstvo. – 2001. – № 6. – S. 40-42

8. **Daudi, Marva** (2005), Le Partage des Eaux entre la Syrie, l'Irak et la Turquie. Négociation, Sécurité et Asymétrie des Pouvoirs, Moyen-Orient (на французском языке), Paris: CNRS, ISBN 2-271-06290-X Евфрат. <https://ru.qaz.wiki/wiki/Euphrates>

9. **Frenken Karen** (2009), Oroshenie v regione Blizhnego Vostoka v tscifrah. Obzor AQUASTAT 2008, Water Reports, 34, Rome: FAO, ISBN 978-92-5-106316-3 Евфрат. <https://ru.qaz.wiki/wiki/Euphrates>

10. **Isaev V.A., Mihajlov M.** Hidrologiya, evolyutsiya i gidrologicheskij rezhim Mouth Area Shatt – el-Arabreki // Vodnye resursy. – 2009. – 36 (4). – S. 380-395. <https://ru.qaz.wiki/wiki/Euphrates>

Criteria of authorship

Ratkovich L.D., Manhal M., Safonova N.V., Ageev D.V. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Ratkovich L.D., Manhal M., Safonova N.V., Ageev D.V. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 10.03.2021

Approved after reviewing 22.03.2021

Accepted for publication 05.04.2021