

УДК 556.048

РЕСУРСЫ РЕЧНОГО СТОКА КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ БУДУЩИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ**С.К. Алимкулов¹ к.г.н., А.А. Турсунова¹ к.г.н., А.А. Сапарова¹**¹АО «Институт географии и водной безопасности», г. Алматы, Казахстан

E-mail: aselek.a.s@mail.ru

В статье рассматривается современное влияние комплекса факторов на ресурсы речного стока в пределах водохозяйственных бассейнов Республики Казахстан, а также их значения на перспективу до 2030 г. с учетом климатических и антропогенных изменений, современное изменение ресурсов речного стока Казахстана. Для оценки влияния хозяйственной деятельности на речной сток и изменений климатически-обусловленного стока были использованы комплексные интегральные методы, разработаны соответствующие методологии. Вследствие невыгодного географического положения в низовьях трансграничных бассейнов рек, Республика Казахстан испытывает ряд внешних и внутренних угроз, которые рассмотрены в статье.

Ключевые слова: ресурсы речного стока, климатические изменения, влияние хозяйственной деятельности, прогноз речного стока, трансграничные водные проблемы

Поступила 11.02.21

DOI:10.54668/2789-6323-2021-100-1-57-69

ВВЕДЕНИЕ

По оценкам многих ученых мира, безопасность водоснабжения находится под угрозой для 80 % населения земного шара, и перспектива наступления кризиса водных ресурсов к 2070 г. становится реальной. По мнению гидролога Г. Уитера, такие тревожные прогнозы подчеркивают необходимость отказа от прежних подходов к использованию водных ресурсов, которое зависит не только от достижений науки, но и от политики, управления и общественных ценностей [9].

Нагрузка на мировые запасы пресной воды в XXI веке достигла беспрецедентного уровня. Урбанизация, вырубка лесов и увеличение площади орошаемых земель (в общей сложности занимающих около 1,5 млрд. га) ведут к изменению гидрологических параметров и качества воды [3].

В результате потепления климата в засушливых районах Центральной Азии происходит устойчивое сокращение ледников Тянь-Шаня и уменьшение их ледниковых коэффициентов,

которые показывают отношение площадей аккумуляции ледникового вещества ко всей площади ледников. В горных системах Казахстана также наблюдается сокращение количества и размеров ледников. По отдельным исследованиям в течение ближайших десятилетий вследствие глобального потепления климата водные ресурсы основных рек Казахстана могут сократиться на 20...40 % [7, 24, 38, 39].

Проблема дефицита воды в Центральной Азии, становится более острой по мере роста численности населения. В настоящее время в регионе проживает 100...120 млн. чел., а к 2050 г. эта цифра может вырасти до 150 млн. В условиях дефицита водных ресурсов в качестве одного из компонентов национальной безопасности РК должна рассматриваться водная безопасность [16, 22].

ВМО выделила четыре уровня стресса, связанного с дефицитом воды. По этой градации к четвертому, самому высокому уровню стресса, относятся территории, где используется более 40 % имеющихся запасов воды, здесь вода по-

требуется с интенсивностью, превышающей естественное восполнение [42]. В Казахстане эта градация превышает в пяти из восьми водохозяйственных бассейнах (ВХБ), а в Шу-Таласском и Нура-Сарысуйском ВХБ этот индекс составляет 0,98 и 1, т.е. в употреблении оказывается весь речной сток. Исключительно высокая пространственно-временная изменчивость речного стока и значительность его трансграничной составляющей на порядки усугубляет проблему водообеспечения республики. Вследствие невыгодного географического положения в низовьях трансграничных бассейнов рек, Республика Казахстан в значительной степени зависит от водохозяйственной деятельности в сопредельных странах: Китай, Узбекистан, Кыргызстан, Россия [13, 22, 23].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Практически во всех странах мира по характеристикам речного стока оцениваются величина возобновляемых водных ресурсов, их динамика во времени и распределение по территории. Сток речных систем обеспечивает основной объем водопотребления в мире, определяет степень водообеспеченности территории и населения, избыток и дефицит водных ресурсов. Речной сток в процессе круговорота в значительной мере восстанавливает качество пресной воды за счет естественного самоочищения, которым обладают речные системы [22].

Водно-ресурсный потенциал речных вод можно охарактеризовать следующими тремя показателями: естественные (климатические) ресурсы, имеющиеся ресурсы, фактические (трансформированные под воздействием антропогенной нагрузки) ресурсы.

Под естественными ресурсами подразумеваются ежегодно возобновляемые потенциальные ресурсы речного стока какой-либо территории. Часть водосборных бассейнов рек Казахстана расположена на территории соседних стран. Поэтому, несмотря на ежегодные возобновления, рассчитывать на приток из-за пределов страны естественного стока нельзя. И в таких условиях приходится оперировать имеющимися ресурсами, под которыми подразумеваются ежегодно возобновляемые местные естественные ресурсы и фактический приток речного стока из-за пределов страны, трансформированные под

влиянием антропогенного воздействия. Таким образом, имеющиеся ресурсы характеризуют ежегодный водный потенциал страны.

Кроме того, для достаточно четкого представления состояния ресурсов, необходимо знание антропогенного изменения местного, и суммарного стока. В этом случае показателем служат фактические ресурсы – ресурсы, трансформированные под антропогенным воздействием, как притока из-за пределов страны, так и местных, собственных, а также трансформация суммарного стока в руслах основных трансграничных рек на территории РК.

Глобальное изменение климата и антропогенная деятельность способствуют значительным изменениям экологических и гидрологических характеристик речного стока во всем мире. Выявить их роль чрезвычайно важно для понимания генезиса уже произошедших и возможных в будущем гидрологических изменений, а также для принятия мер по снижению или даже полному устранению их нежелательных последствий. Сложность решения этой задачи заключается в том, что климатические и антропогенные изменения речного стока тесно взаимосвязаны и часто воздействуют на сток не непосредственно, а косвенно – через рельеф, почву, биоту.

В настоящее время при определении изменения количественных характеристик водных ресурсов широко используется понятие «водный стресс» или коэффициент использования водных ресурсов. Водный стресс (water stress) определяется соотношением забора воды из поверхностных водных источников к доступным возобновляемым водным ресурсам [2, 33...36, 43]. Коэффициент использования водных ресурсов, который нашел применение в работах ученых России и бывших союзных республик [5, 8, 28, 40], рассчитывается как отношение объема водопотребления к водным ресурсам соответствующей обеспеченности.

Для оценки антропогенной нагрузки нами разработана методика, основанная на комплексном применении разнообразных приемов, с детальным изучением состояния безвозвратного водопотребления в отраслях экономики [5, 8, 28, 30, 40].

Статистические методы – в основе которых лежит совместный анализ многолетних колебаний стока и естественных факторов, а также динамики хозяйственной деятельности в бассейне.

К ним относятся приемы и способы восстановления естественного стока за период с нарушенным водным режимом с помощью уравнений регрессии, связывающих величину стока в рассматриваемом створе. Восстановленные ряды сравниваются с фактическими и на основе этого выявляется и оценивается изменение речного стока, вызванное хозяйственной деятельностью.

Воднобалансовый метод – расчеты выполняются на основе данных по учету использования воды и изменений элементов водного баланса в бассейне реки в результате воздействия каждого вида хозяйственной деятельности в отдельности.

Методы и приемы исследования, которые предусматривают отдельный учет каждого вида хозяйственной деятельности. В основе этого лежит анализ изменения элементов водного баланса под влиянием хозяйственной деятельности с применением принципа сохранения водных масс, выражаемого уравнением водного баланса.

Оценка изменений водных ресурсов на долгосрочную перспективу является ключевой проблемой гидрологии. Однако «водный» вопрос здесь несколько осложнен определенными факторами естественного и антропогенного характера. В силу расположенности в системе глобального водообмена увлажненность региона очень сильно зависит от степени ее поступления извне. Основная масса осадков в Казахстан, как известно, поступает с юга, юго-запада, запада и с северо-запада (циклоны с юга Каспийского моря, из долин Теджен и Мургаб и полярные воздушные массы). При прохождении через регион южных циклонов в горных районах зимой выпадает до 400...450 мм осадков (70...80% годовой суммы) [30].

В настоящее время исследованию изменений климата посвящено большое число работ [4, 6, 11, 17, 26, 31, 41]. Так широко известная Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) в 2014 г. выпустила свой Пятый оценочный доклад. Выводы доклада однозначны: изменение климата реально, человеческая деятельность и увеличение концентрации в атмосфере «парникового» газа CO_2 является основной его причиной. Весьма вероятно, что к концу этого столетия средняя глобальная температура повысится на 1...2 °C по сравнению с уровнем 1990 г. и на 1,5...2,5 °C

по сравнению с доиндустриальной эпохой. Продолжится потепление океанов и таяние льдов. По оценкам, к 2065 г. среднемировой уровень моря повысится на 24...30 см., а к 2100 году – на 40...63 см по сравнению с уровнем 1986...2005 гг. Большинство последствий изменения климата будет сохраняться на протяжении нескольких столетий, даже если выбросы парниковых газов полностью прекратятся [11].

Сверхдолгосрочные прогнозы могут быть составлены также на основе эмпирических зависимостей стока рек от метеорологических факторов, в частности от ожидаемых значений осадков и температуры воздуха, полученных на основе модели МОЦАО, прогнозы стока на основе модели формирования стока [8, 10, 11, 14, 20, 21]. В этих работах стокообразующие факторы учитываются на основе физико-математической модели формирования стока, разработанной в Институте водных проблем Российской академии наук и РГП «Казгидромет», имеется также опыт в прогнозировании водных ресурсов отдельных районов Казахстана в пределах водохозяйственных бассейнов с использованием моделей МОЦАО на основе спрогнозированных значений атмосферных осадков и температуры [15, 19, 27]. В работах [2, 1, 29] приведены результаты оценки изменчивости климата и речного стока на основе расчетов ансамбля глобальных климатических моделей из проекта СМIP5. Однако заблаговременность таких прогнозов ограничена и не учитывает возможные изменения стокообразующих факторов в результате глобального изменения климата.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Речной сток Казахстана составляет, впрочем, как и в других регионах планеты, значимую часть (около 85...95 %) ежегодно возобновляемых ресурсов воды, а их доля в использовании в экономике доходит до 95 %. Практически ежегодно возобновляемые ресурсы пресных поверхностных вод страны представлены речным стоком [13, 16, 22, 23, 36, 37].

На рис. 1 представлены фактические показатели ресурсов речного стока. Фактические суммарные ресурсы поверхностных вод Казахстана за современный период составили 90,1 км³/год, из которых 54,5 км³ – местный сток,

50,8 км³ – сток, поступивший из сопредельных государств (из них 3,70 возвратные ресурсы): из Китая – 21,4 км³ (по р. Иле 12,8 км³, по р. Емель 0,27 км³, по р. Ертис 8,32 км³), из Узбекистана – 16,9 км³ (по р. Сырдария 15,0 км³, по каналам

переброски 1,90 км³), из Кыргызстана – 3,14 км³ (по рр. Шу, Талас, Ассы 2,77 км³, по р. Каркара 0,37 км³), из России – 9,31 км³ (по рр. Жайык, Волга, Шаган, Сарыозен, Караозен 8,86 км³, по р. Тобыл 0,45 км³).

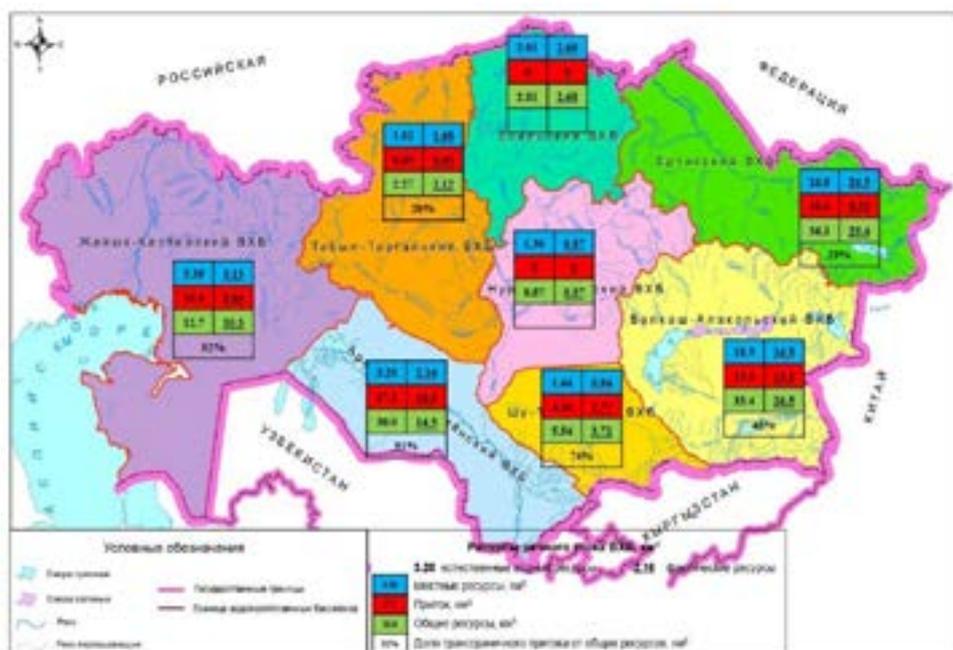


Рис. 1. Современное состояние ресурсов речного стока РК.

На сегодня в Казахстане существуют как внешние, так и внутренние угрозы изменения речного стока, которые усугубятся в ближайшей перспективе [13, 16, 22...24] и можно подразделить следующим образом:

Внешние угрозы:

- 1) Уменьшение объема притока трансграничных рек вследствие глобальных и региональных изменений климата;
- 2) Изменения режима стока трансграничных рек вследствие зарегулированного притока воды по трансграничным рекам, связанного с условиями водопользования в верховьях.

Внутренние угрозы:

- 1) Уменьшение объема стока рек вследствие сокращения притока воды по трансграничным рекам;
- 2) Изменение режима стока рек вследствие глобальных и региональных изменений климата;
- 3) Истощение ресурсов речного стока. хозяйственный спрос на речную воду в РК удовлетворяется за счет местного и суммарного стока.

Водопотребление экономики составляет в среднем 32,5 км³ в год, самый крупный потре-

битель – сельское хозяйство – 75 %. Более половины этого объема используется в Арало-Сырдаринском бассейне – 53 %, то есть там, где традиционно развито орошаемое земледелие.

Крупнейшие промышленные потребители воды – объекты Ертисского бассейна – 38 %, Нура-Сарысуйского – 29 %, Урало-Каспийского – 21 %, то есть индустриально развитые регионы страны. Коммунально-бытовой сектор использует всего около 5 % вод [13, 36].

Известно, что семь из восьми ВХБ РК трансграничные и очевидно роль трансграничного притока в суммарных ресурсах речных вод Казахстана очень высока и составляет 55 % (с учетом стока с РК – 52 %). В этом отношении наиболее уязвимы Арало-Сырдаринский (91 %), Жайык-Каспийский (82 %), Шу-Таласский (74 %), Балкаш-Алакольский (48 %), наименее – Тобыл-Торгайский и Ертисский ВХБ.

В настоящее время приток по трансграничным рекам уменьшился до 50,8 км³, антропогенное сокращение по нашим оценкам составило 17,9 км³ (с 68,7 до 50,8 км³), т.е. за счет антропогенного влияния на стороне сопредельных государств речной приток в Казахстан уменьшился на 26 %.

В Арало-Сырдаринском в самом напряженном в водном балансе ВХБ сокращение достигло 38 % (10,3 км³) со стороны Узбекистана, в Шу-Таласском 32 % (1,33 км³) со стороны Кыргызстана, со стороны России сток по р. Ер-тис приток сократился на 21,5 % (2,28 км³), по Жайык-Каспийскому ВХБ на 15 % (1,56 км³), в Балкаш-Алакольском бассейне речной приток уменьшился на 15,3 % (2,44 км³) за счет антропогенной деятельности на территории Китая.

Поэтому, влияние хозяйственной деятельности на сток на территории РК можно оценить по изменению имеющихся суммарных ресурсов, которое при современных условиях водопользования составляет 16,0 км³ (с 106 до 90,0 км³). При этом, на территории РК местный сток изменился на 4,8 км³ (с 59,3 до 54,5 км³), сток в русле трансграничных рек на 11,2 км³ (с 16,0 до 4,8 км³) [36, 37].

В нашей работе мы были нацелены на ориентировочную оценку безвозвратного водопотребления, дифференцировали их по отдельным районам и отраслям экономики, что позволило бы в дальнейшем получить относительно надежные сценарии перспективного влияния антропогенных нагрузок на водные ресурсы.

Для оценки разработана методика, основанная на комплексном применении методов гидрологической аналогии, водного баланса и способа определения безвозвратного водопотребления по отраслям экономики. Согласно нашим оценкам, средние по территориям ВХБ РК величины антропогенной нагрузки на суммарные водные ресурсы в средние по водности годы доходят до 62,8 %, в маловодные – до 69,6 %. В Арало-Сырдаринском, Шу-Таласском и Нура-Сарысуйском ВХБ спрос на воду превышает местные собственные водные ресурсы [36].

Сопоставление имеющихся данных по водозаборам и результатов антропогенного изменения речного стока дает возможность приближенно оценить величины безвозвратного водопотребления в каждом регионе и соотношения между объемами безвозвратного и полного водопотребления.

На территории Казахстана ожидается дальнейшее повышение температуры приземного воздуха во все месяцы года. Ожидаемый рост средней годовой температуры примерно составляет к 2030 г. почти во всех регионах страны до 2 °С, только в северной части может быть уве-

личение температуры до 3...4 °С. К 2050 г. увеличение средней годовой температуры по всему РК составит почти 3 °С, в северо-западной, северной и центральных регионах страны может достигать 4 °С. Увеличение количества осадков к 2030 г. составит, в основном, около 10 %. Увеличение более 10 % вероятно в северных, центральных и горных районах юго-востока, а также в регионах Прибалкашья [17].

Данные представлены для двух сценариев выбросов парниковых газов, так называемых репрезентативных траекторий концентраций (Representative Concentration Pathways (RCP)). Цифры указывают радиационное воздействие, т.е. изменение радиационного баланса поверхности Земли к 2100 г. в Вт/м².

Для каждого квадрата приводится своё значение, которое показывает, на сколько градусов изменится температура воздуха или на сколько процентов изменится количество осадков, к примеру, на период 2006...2035 гг. относительно базового периода 1981...2000 гг. по сценарию RCP 4.5 или RCP 8.5 в конкретном месяце, сезоне или за год. Значения базового климата 1981...2000 гг. также приводятся для каждого квадрата. Эти значения показывают количество осадков за день в конкретном месяце, сезоне, году (мм/день) в среднем за период 1981...2000 гг., а также среднемесячные значения температуры воздуха за конкретный месяц, сезон, год (°С), осреднённые за период 1981...2000 гг. Исходные данные ожидаемого изменения температуры и осадков рассчитаны за периоды 2006...2035 гг. относительно базового периода 1981...2000 гг. с интервалом каждые 5 лет.

По результатам расчета с использованием прогностических зависимостей между речным стоком и метеорологическими характеристиками (температура, атмосферные осадки) были получены сценарные прогнозы изменения стока в разрезе 8 водохозяйственных бассейнов и административных районов РК. Результаты сценарных прогнозов климатически обусловленных изменений речного стока представлены в табл. 2.

Ожидаемые водные ресурсы по всему Казахстану, рассчитанные по двум сценариям RCP 4.5 и RCP 8.5, дают примерно равные результаты во все периоды 2020...2029, 2025...2034, 2030...2039. Поэтому, мы приводим прогнозные значения стока, как осредненные по обоим сцена-

риям. Отклонения прогнозных значений стока от нормы стока за расчетный период 1974...2015 г. по всему РК за все периоды составляют от 9,36 до 12 %. Ожидается увеличение местного стока в юго-восточных и восточных регионах республики (Шу-Таласский, Балкаш-Алакольский, Ертисский ВХБ) от 0,18 до 10,0 %, в Арал-Сырдаринском ВХБ до 27,4 %, в Нура-Сарысуском ВХБ почти вдвойне. Максимальное увеличение местных ресурсов ожидается с северо-западной

части страны в Тобыл-Торгайском ВХБ, где возможен рост водных ресурсов почти в 2...3 раза.

Прогнозные оценки ресурсов речного стока с учетом климата и антропогенных нагрузок, представлены в табл. 1. При реализации возможных климатических, антропогенных и трансграничных гидрологических угроз, прогнозируется сокращение ресурсов речного стока: суммарного стока по Казахстану к 2030 г. от 90,1 до 87,1 км³ в год (рис. 1, табл. 1).

Таблица 1

Прогнозные значения фактических ресурсов речного стока РК с учетом климата и антропогенных нагрузок 2030 г.

Водохозяйственные бассейны	Местные ресурсы		Приток		Суммарный	
	Всего	В т.ч. отток за пределы РК (возвратный)	Всего	В том числе сформированный на территории сопредельных стран	Всего	Суммарный с учетом антропогенных изменений в русле основной реки
Арало-Сырдаринский	3,17	0,48	14,4	13,9	17,1	12,7
Балкаш-Алакольский	16,6	0,99	12,5	11,5	28,1	25,5
Ертисский	26,5	1,31	7,13	5,82	32,3	27,7
Есильский	2,47				2,47	2,47
Жайык-Каспийский	3,08	0,97	8,63	7,66	10,7	9,97
Нура-Сарысуский	1,96				1,96	1,96
Тобыл-Торгайский	1,88		0,59	0,59	2,47	2,47
Шу-Таласский	1,01		3,21	3,21	4,22	4,22
Итого по РК	56,7	3,75	46,4	42,7	99,4	87,1

Прогнозные водные балансы бассейнов были нами приближенно оценены в целях оценки количества и степени освоения доступных для использования водных ресурсов в границах речных бассейнов. Они представляют собой расчёты потребностей водопользователей в водных ресурсах по сравнению с доступными для использования водными ресурсами в границах речных бассейнов при различных условиях водности, с учётом неравномерного распределения поверхностного стока в различные периоды. Прогнозный водный баланс бассейнов на перспективу до 2030 г. для отдельных ВХБ состоит из:

- фактических значений притока на территорию ВХБ;
- речного стока, формирующегося на терри-

тории ВХБ, т.е. местные ресурсы;

- оттока и возвратного притока на территорию ВХБ;
- потребление воды в ВХБ (антропогенное влияние);
- располагаемых ресурсов в устьевых участках основных рек;
- естественных затрат в речной сети;
- имеющихся ресурсов, т.е. те, на которые можно рассчитывать при водохозяйственном планировании.

Таким образом, необходимо ориентироваться на имеющиеся ресурсы, под которыми подразумеваются ежегодно возобновляемые местные естественные ресурсы речного стока. На территории РК на перспективу до 2030 г. имеющиеся ресурсы составляют 105 км³ – столько воды не-

обходимо иметь для существования экологически стабильного равновесного состояния систем Казахстана, из которых местные водные ресурсы 62,2 км³, приток на территорию РК 46,4 км³, отток с территории РК 26,3 км³, антропогенное влияние 17,9 км³, также имеются естественные затраты речной сети составят 25,6 км³.

Нельзя забывать и о природно-климатическом факторе: вопросы гидрометеорологии, гидрологии и использования водных ресурсов обязаны рассматриваться как единое целое. От их учета полностью зависит достоверность мониторинга состояния водных объектов, который должен стать планомерным и лечь в основу их содержания, безопасной эксплуатации, чтобы заблаговременно принимать меры по опережению бедствий и аварийных ситуаций.

Высокая степень вариативности воздействия экосистем на гидрологию предостерегает от обобщения представлений, касающихся природных решений. Природные системы динамичны, и их роли и воздействие со временем меняются.

Необходимые ответы на эти угрозы и вызовы по существу связаны с созданием благоприятных условий для природных решений с тем, чтобы их рассматривали на равной основе с другими вариантами управления водными ресурсами [42].

В экономическом плане водные проблемы связаны с огромным комплексом вопросов развития: работа коммунальных служб, в частности обеспечение питьевой водой и санитарными услугами; орошение; энергетика, включая строительство гидроэлектростанций; навигация и т.д. В политико-правовом плане трансграничные водные ресурсы, особенно реки, представляют собой разновидность ресурсов, которые плохо поддаются разделу между государствами. При этом политико-правовые режимы функционирования трансграничных водных ресурсов в кризисных зонах, как правило, недостаточно четко определены или де-факто не соблюдаются заинтересованными сторонами [25].

Как известно, Казахстан расположен в нижнем течении крупных трансграничных рек, поэтому обеспеченность водой во многом зависит от хозяйственной «позиции» соседних государств, от развития их экономик и роста народонаселения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Водные ресурсы, а точнее их рациональное использование, определяют благополучие людей, поддержание природного потенциала и значительную часть поступлений в национальный доход стран региона.

Водные ресурсы речного стока в РК за счет антропогенной деятельности уменьшились на 16,0 км³ в год. Это отвечает долгосрочному прогнозу изменения климата. С учетом ожидаемого снижения трансграничного стока к 2030 г. произойдет дальнейшее уменьшение водных ресурсов республики до 87,1 км³ в год, в маловодные годы меньше 50,0 км³.

Это свидетельствует об угрозе жесткого дефицита вод на рубеже 2030...2050 гг., что в целом затрагивает вопросы национальной безопасности.

Снижение нагрузки на водные ресурсы и увеличение ресурсов пресной воды – пути устранения дефицита в Казахстане [13, 22...24, 27]. Необходимо предусмотреть реализацию мероприятий по уменьшению темпов развития основных водопотребителей и использование современных технологий для сокращения потребления пресной воды в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве, а также регламентировать располагаемые для использования водные ресурсы за счет регулирования речного стока, правильного территориального распределения водных ресурсов. Кроме того, нужно повсеместно внедрить новые водосберегающие технологии; автоматизированные системы управления производственными процессами; наладить государственный и первичный учет вод, необходимо наладить правые и экономические механизмы совместного использования водных ресурсов трансграничных водотоков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимкулов С.К., Турсунова А.А., Давлетгалиев С.К., Сапарова А.А. Ресурсы речного стока // Гидрометеорология и экология. – 2018. – №3 – С. 80-94.
2. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / под. ред. Коронкевича Н.И., Зайцевой И.С. – М.: Наука, 2003. – 367 с.
3. Антропоцен: научные споры, реальные

- угрозы Лиз-Режане Исбернер и Филипп Лена 2018г. «Курьер ЮНЕСКО» апрель-июнь [Электр. ресурс]. URL: <http://ru.unesco.kz/the-unesco-courier-april-june-2018>.
4. *Бэйтс Б.К., Кундцевич З.В., Палютикоф Ж.П.* Изменение климата и водные ресурсы. Технический документ Межправительственной группы экспертов по изменению климата. – Секретариат МГЭИК. – Женева, 2008. – 228 с.
5. Водные ресурсы России и их использование. – СПб, 2008. – 600 с.
6. Второе Национальное Сообщение Республики Казахстан // Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата, Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан. – Астана, 2009. – 192 с.
7. *Гаглоева А.Е.* Влияние изменения климата на водные ресурсы Центральной Азии // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование: Матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». – Алматы, 2016. – Кн. 1. – С. 297-302
8. *Гальперин Р.И., Достай Ж.Д.* Вопросы совершенствования методов гидрологических расчетов и прогнозов для управления водными ресурсами // Материалы междунар. науч.-практ. конф., посв. 70-летию организации Института географии «Географические проблемы устойчивого развития: теория и практика» (27-29 августа 2008 г., г. Алматы). Алматы, 2008. – С. 214-224.
9. *Говард С.* Уитерномер «Курьер ЮНЕСКО» 2019 г. «Водная безопасность: в условиях неопределенности» [Электр. ресурс]. URL: <https://ru.unesco.org/courier/2019-1/vodnaya-bezopasnost-v-usloviyah-neopredelennosti>
10. *Голубцов В.В.* Моделирование стока горных рек в условиях ограниченной информации. – Алматы, 2010. – 232 с.
11. *Груза Г.В., Мещерская А.В.* Изменения климата России за период инструментальных наблюдений. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – М.: Росгидромет, 2008. – 288 с.
12. *Давлетгалиев С.К., Медеу Н.Н.* Сценарные прогнозы ресурсов стока рек Жайык-Каспийского бассейна по отдельным участкам // Вестник КазНУ, 2017. – №2(45). – С. 28-39.
13. *Достай Ж.Д.* Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. – Алматы: 2012. – Т. 2. – 330 с.
14. *Достай Ж.Д., Алимкулов С.К., Турсунова А.А.* Методы прогнозирования и оценки ресурсов и запасов поверхностных вод // Матер. междунар. науч.-теорет. конф. «Ресурсы подземных вод – важнейший элемент устойчивого развития экономики Казахстана». – Алматы, 2012. – С. 105-118.
15. *Достай Ж.Д., Алимкулов С.К., Турсунова А.А., Сапарова А.А.* Оценка ресурсов поверхностных вод Южного Казахстана на перспективу // II Всероссийская научная конференция с международным участием. «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии». – Барнаул, 2014. – Т. 1. – С.102-109.
16. «Зелёные» решения актуальны в управлении водными ресурсами. 25 июня 2018 г. [Электр. ресурс]. URL: https://forbes.kz/process/resources/po_zakonomat_prirody_1529662128/
17. *Ибатуллин С.Р., Ясинский В.А., Мироненков А.П.* Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии // Отраслевой обзор. Евразийский банк развития, 2009 г. – Алматы, 2009. – 43 с. [Электр. ресурс]. http://www.cawater-info.net/library/rus/eabr_1.pdf
18. Изменение климата, 2014 г.: Обобщающий доклад // Вклад Рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата [основная группа авторов, Р.К. Пачаури и Л.А. Мейер (ред.)]. МГЭИК. – Женева, 2014. – 163 с.
19. *Кишкимбаева А.А., Смирнова Е.Е., Болатова А.А.* Определение тенденции изменения стока р. Шарын на перспективу под влиянием климата // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование: Матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». – Алматы, 2016. – Кн. 2. – С. 343-347.
20. *Кучмент Л.С., Гельфан А.Н.* Исследование эффективности ансамблевых долгосрочных прогнозов весеннего половодья, основанных на физико-математических моделях формирования речного стока // Метеорология и гидрология, 2009. – №2. – С. 54-67.

21. Леонов Е.А. Космос и сверхдолгосрочный гидрологический прогноз. – СПб.: Алтея, Наука, 2010. – 352 с.
22. Мальковский И.М. Водная безопасность Казахстана: проблемы и пути решения. – 2012. [Электр. ресурс]. URL: <https://camonitor.kz/5358.html>
23. Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Алимкулов С.К. Водная безопасность Республики Казахстан: проблемы устойчивого водообеспечения. Алматы, 2015. – 582 с.
24. Нысанбаев Е.Н., Медеу А.Р., Турсунова А.А. Водные ресурсы Центральной Азии: вызовы и угрозы, проблемы использования // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование: Матер. междунар. научно-практ. конф. «Вода для жизни», Алматы, Казахстан, 2016. – Кн. 1. – С. 4-8.
25. Проблема пресной воды. Глобальный контекст политики России. – Москва: МГИМО-Университет, 2011. – 87 с.
26. Снижение нагрузки на водные ресурсы и увеличение ресурсов пресной воды - пути устранения ее дефицита в Казахстане. 2012 г. [Электр. ресурс]. URL: https://www.inform.kz/ru/snizhenie-nagruzki-na-vodnye-resursy-i-uvelichenie-resursov-presnoy-vody-puti-ustraneniya-ee-deficita-v-kazahstane_a2451667
27. Шиварева С.П., Аvezова А. Применение модели HBV для расчета стока р. Оба на перспективу с учетом изменения климата // Гидрометеорология и экология. – 2012.– №4. – С. 66-77.
28. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 335 с.
29. Alimkulov S., Tursunova A., Saparova A., Kulebaev K., Zagidullina A., Myrzahmetov A. “Resources of River Runoff of Kazakhstan” // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). – August 2019 – Volume-8. – Issue-6. – Pp. 2242-2250. doi: 10.35940/ijeat.F8626.088619
30. Bergström S., Singh V.P., Ed. The HBV Model. Computer Models of Watershed Hydrology // Water Resources Publications. – Highlands Ranch, Colorado, 1995. – P. 443-476.
31. Dai A., Qian T., Trenberth K.E., Milliman J.D. Changes in continental freshwater discharge from 1948 to 2004 // J. Climate. 2009. N 22. P. 2773–2792.
32. Doris Duethmann et al. Why does a conceptual hydrological model fail to correctly predict discharge changes in response to climate change? Supplement of Hydrol. Earth Syst. Sci., 24, 3493–3511, 2020 <https://doi.org/10.5194/hess-24-3493-2020-supplement>
33. Entekhabi D., Asrar Ch., Betts A.K. et al. An Agenda for Land Surface Hydrology Research and Call for the Second International Hydrological Decade // Bull. Amer. Meteorol. Society. – 1999. – V. 80. – № 10. – P. 2043-2058.
34. Global water: issues and insights / Ed. R.Q. Grafton, P. Wyrwoll, C. White, D. Allendes. – Canberra: ANU Press, 2014. – 239 p.
35. McLellan R., Iyengar L., Jeffries B., Oerlemans N. WWF. Living Planet Report 2014: species and spaces, people and places. – Gland: WWF, 2014. – 176 p.
36. Medeu A.R., Alimkulov S.K., Tursunova A.A., Baspakova, G.R., Kulebayev, K.M. Anthropogenic load on water resources of Kazakhstan 2020 EurAsian Journal of Bio-Sciences 14(1), с. 301-307
37. Sanim Bissenbayeva, Jilili Abuduwaili, Dana Shokparova, Asel Saparova. Variation in Runoff of the Arys River and Keles River Watersheds (Kazakhstan), as Influenced by Climate Variation and Human Activity. Sustainability 2019, 11(17), 4788; <https://doi.org/10.3390/su11174788>
38. Severskiy I., Vilesov E., Armstrong R., Kokarev A., Kogutenko L., Usmanova Z., Morozova V., Raup B. Changes in glaciation of the Balkhash–Alakol basin, central Asia, over recent decades // Annals of Glaciology. – 2016, V.57(71). – P. 382-394. Doi: 10.3189/2016AoG71A575.
39. Shahgedanova, Afzal M., Severskiy I. Usmanova Z., Saidaliyeva Z., Kapitsa V., Kasatkin N., Dolgikh S. Changes in the mountain river discharge in the northern Tien Shan since the mid-20-th Century: Results from the analysis of a homogeneous daily streamflow data set from seven catchments // Journal of Hydrology. – 2018. – Vol. 564, September 2018. – P. 1133-1152.
40. Shiklomanov I.A. Water resources as a challenges of the twenty-first century. Tenth WMO lecture / WMO. – 2004. – №. 959. – P. 13-146.
41. Taylor K.E., Stouffer R.J., Meehl G.A. An overview of CMIP5 and the experiment design // Bulletin of the American Meteorological Society. – Vol. 93. – Issue 4. – Pp. 485-498, DOI:10.1175/BAMS-D-11-00094.1

42. The United Nations world water development report 2018: nature-based solutions for water; executive summary. NATURE-BASED SOLUTIONS for WATER Executive summary [Электр. ресурс]. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261594>

43. WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. – Paris: UNESCO, 2015. – 122 p.

REFERENCES

1. *Alimkulov S.K., Tursunova A.A., Davletgaliev S.K., Saparova A.A.* Resursy rechnogo stoka // *Gidrometeorologiya i ekologiya*. – 2018. – №3 – S. 80-94.

2. Antropogennye vozdeistviya na vodnye resursy Rossii i sopedel'nykh gosudarstv v kontse XX stoletiya / pod. red. Koronkevicha N.I., Zaitsevoi I.S. – M.: Nauka, 2003. – 367 s.

3. Antropotsen: nauchnye spory, real'nye ugrozy Liz-Rezhane Issberner i Filipp Lena 2018g. «Kur'er YuNESKO» aprel'-iyun' [Elektr. resurs]. URL: <http://ru.unesco.kz/the-unesco-courier-april-june-2018>.

4. *Beits B.K., Kundtsevich Z.V., Palyutikof Zh.P.* Izmenenie klimata i vodnye resursy. Tekhnicheskii dokument Mezhpripravitel'stvennoi gruppy ekspertov po izmeneniyu klimata. – Sekretariat MGEIK. – Zheneva, 2008. – 228 s.

5. *Vodnye resursy Rossii i ikh ispol'zovanie*. – SPb, 2008. – 600 s.

6. Vtoroe Natsional'noe Soobshchenie Respubliki Kazakhstan // Konferentsii Storon Ramochnoi konventsii OON ob izmenenii klimata, Ministerstva okhrany okruzhayushchei sredy Respubliki Kazakhstan. – Astana, 2009. – 192 s.

7. *Gagloeva A.E.* Vliyanie izmeneniya klimata na vodnye resursy Tsentral'noi Azii // *Vodnye resursy Tsentral'noi Azii i ikh ispol'zovanie*: Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoi podvedeniyu itogov ob»yavlennoyu OON desyatiletia «Voda dlya zhizni». – Almaty, 2016. – Kn. 1. – S. 297-302.

8. *Gal'perin R.I., Dostai Zh.D.* Voprosy sovershenstvovaniya metodov gidrologicheskikh raschetov i prognozov dlya upravleniya vodnymi resursami // Materialy mezhd. nauch.-prakt. konf., posv. 70-letiyu organizatsii Instituta geografii «Geograficheskie problemy ustoichivogo razvitiya:

teoriya i praktika» (27-29 avgusta 2008 g., g. Almaty). Almaty, 2008. – S. 214-224.

9. *Govard S.* Uiter nomer «Kur'er YuNESKO» 2019 g. «Vodnaya bezopasnost': v usloviyakh neopredelennosti» [Elektr. resurs]. URL: <https://ru.unesco.org/courier/2019-1/vodnaya-bezopasnost-v-usloviyah-neopredelennosti>

10. *Golubtsov V.V.* Modelirovanie stoka gornyykh rek v usloviyakh ogranichennoi informatsii. – Almaty, 2010. – 232 s.

11. *Gruza G.V., Meshcherskaya A.V.* Izmeneniya klimata Rossii za period instrumental'nykh nablyudenii. Otsenochnyi doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii. – M.: Rosgidromet, 2008. – 288 s.

12. *Davletgaliev S.K., Medeu N.N.* Stsenarnye prognozy resursov stoka rek Zhaiyk-Kaspiiskogo basseina po otdel'nym uchastkam // *Vestnik KazNU*, 2017. – №2(45). – S. 28-39.

13. *Dostai Zh.D.* Prirodnye vody Kazakhstana: resursy, rezhim, kachestvo i prognoz. *Vodnye resursy Kazakhstana: otsenka, prognoz, upravlenie*. – Almaty: 2012. – T. 2. – 330 s.

14. *Dostai Zh.D., Alimkulov S.K., Tursunova A.A.* Metody prognozirovaniya i otsenki resursov i zapasov poverkhnostnykh vod // Mater. mezhdunar. nauch.-teoret. konf. «Resursy podzemnykh vod – vazhneishii element ustoichivogo razvitiya ekonomiki Kazakhstana». – Almaty, 2012. – S. 105-118.

15. *Dostai Zh.D., Alimkulov S.K., Tursunova A.A., Saparova A.A.* Otsenka resursov poverkhnostnykh vod Yuzhnogo Kazakhstana na perspektivu // II Vserossiiskaya nauchnaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem. «Vodnye i ekologicheskie problemy Sibiri i Tsentral'noi Azii». – Barnaul, 2014. – T. 1. – S.102-109.

16. Zelenye resheniya aktual'ny v upravlenii vodnymi resursami. 25 iyunya 2018 g. [Elektr. resurs]. URL: https://forbes.kz/process/resources/po_zakonom_prirody_1529662128/

17. *Ibatullin S.R., Yasinskii V.A., Mironenkov A.P.* Vliyanie izmeneniya klimata na vodnye resursy v Tsentral'noi Azii // *Otraslevoi obzor. Evraziiskii bank razvitiya*, 2009 g. – Almaty, 2009. – 43 s. [Elektr. resurs]. http://www.cawater-info.net/library/rus/eabr_1.pdf

18. *Izmenenie klimata*, 2014 g.: Obobshchayushchii doklad. // *Vklad Rabochikh grupp I, II i III v Pyatyti otsenochnyi doklad*

- Mezhpravitel'stvennoi gruppy ekspertov po izmeneniyu klimata [osnovnaya gruppy avtorov, R.K. Pachauri i L.A. Meier (red.)]. MGEIK. – Zheneva, 2014. – 163 s.
19. *Kishkimbaeva A.A., Smirnova E.E., Bolatova A.A.* Opredelenie tendentsii izmeneniya stoka r. Sharyn na perspektivu pod vliyaniem klimata // Vodnye resursy Tsentral'noi Azii i ikh ispol'zovanie: Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoi podvedeniyu itogov ob'yavlenogo OON desyatiletiya «Voda dlya zhizni». – Almaty, 2016. – Kn. 2. – S. 343-347.
20. *Kuchment L.S., Gel'fan A.N.* Issledovanie effektivnosti ansamblevykh dolgosrochnykh prognozov vesennego polovod'ya, osnovannykh na fiziko-matematicheskikh modelyakh formirovaniya rechnogo stoka // Meteorologiya i gidrologiya, 2009. – №2. – S. 54-67.
21. *Leonov E.A.* Kosmos i sverkhdolgosrochnyi gidrologicheskii prognoz. – SPb.: Alteya, Nauka, 2010. – 352 s.
22. Mal'kovskii I.M. Vodnaya bezopasnost' Kazakhstana: problemy i puti resheniya. – 2012. [Elektr. resurs]. URL: <https://camonitor.kz/5358.html>
23. *Medeu A.R., Mal'kovskii I.M., Toleubaeva L.S., Alimkulov S.K.* Vodnaya bezopasnost' Respubliki Kazakhstan: problemy ustoichivogo vodoobespecheniya. Almaty, 2015. – 582 s.
24. *Nysanbaev E.N., Medeu A.R., Tursunova A.A.* Vodnye resursy Tsentral'noi Azii: vyzovy i ugrozy, problemy ispol'zovaniya // Vodnye resursy Tsentral'noi Azii i ikh ispol'zovanie: Mater. mezhdunar. nauchno-prakt. konf. «Voda dlya zhizni», Almaty, Kazakhstan, 2016. – Kn. 1. – S. 4-8.
25. Problema presnoi vody. Global'nyi kontekst politiki Rossii. – Moskva: MGIMO-Universitet, 2011. – 87 s.
26. Snizhenie nagruzki na vodnye resursy i uvelichenie resursov presnoi vody - puti ustraneniya ee defitsita v Kazakhstane. 2012 g. [Elektr. resurs]. URL: https://www.inform.kz/ru/snizhenie-nagruzki-na-vodnye-resursy-i-uvelichenie-resursov-presnoy-vody-puti-ustraneniya-ee-deficita-v-kazahstane_a2451667
27. *Shivareva S.P., Avezova A.* Primenenie modeli HBV dlya rascheta stoka r. Oba na perspektivu s uchetom izmeneniya klimata // Gidrometeorologiya i ekologiya. – 2012. – №4. – S. 66-77.
28. *Shiklomanov I.A.* Vliyanie khozyaistvennoi deyatelnosti na rechnoi stok. – L.: Gidrometeoizdat, 1989. – 335 s.
29. *Alimkulov S., Tursunova A., Saparova A., Kulebaev K., Zagidullina A., Myrzahmetov A.* “Resources of River Runoff of Kazakhstan” // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). – August 2019 – Volume-8. – Issue-6. – Pp. 2242-2250. doi: 10.35940/ijeat.F8626.088619
30. *Bergström S., Singh V.P., Ed.* The HBV Model. Computer Models of Watershed Hydrology // Water Resources Publications. – Highlands Ranch, Colorado, 1995. – P. 443-476.
31. *Dai A., Qian T., Trenberth K.E., Milliman J.D.* Changes in continental freshwater discharge from 1948 to 2004 // J. Climate. 2009. N 22. P. 2773–2792.
32. *Doris Duethmann et al.* Why does a conceptual hydrological model fail to correctly predict discharge changes in response to climate change? Supplement of Hydrol. Earth Syst. Sci., 24, 3493–3511, 2020 <https://doi.org/10.5194/hess-24-3493-2020-supplement>
33. *Entekhabi D., Asrar Ch., Betts A.K. et al.* An Agenda for Land Surface Hydrology Research and Call for the Second International Hydrological Decade // Bull. Amer. Meteorol. Society. – 1999. – V. 80. – № 10. – P. 2043-2058.
34. Global water: issues and insights / Ed. R.Q. Grafton, P. Wyrwoll, C. White, D. Allendes. – Canberra: ANU Press, 2014. – 239 p.
35. *McLellan R., Iyengar L., Jeffries B., Oerlemans N.* WWF. Living Planet Report 2014: species and spaces, people and places. – Gland: WWF, 2014. – 176 p.
36. *Medeu A.R., Alimkulov S.K., Tursunova A.A., Baspakova, G.R., Kulebayev, K.M.* Anthropogenic load on water resources of Kazakhstan 2020 EurAsian Journal of Bio-Sciences 14(1), s. 301-307
37. *Sanim Bissenbayeva, Jilili Abuduwaili, Dana Shokparova, Asel Saparova.* Variation in Runoff of the Arys River and Keles River Watersheds (Kazakhstan), as Influenced by Climate Variation and Human Activity. Sustainability 2019, 11(17), 4788; <https://doi.org/10.3390/su11174788>
38. *Severskiy, I., Vilesov E., Armstrong R., Kokarev A., Kogutenko L., Usmanova Z., Morozova V., Raup B.* Changes in glaciation of the Balkhash–Alakol basin, central Asia, over recent decades // Annals of Glaciology. 2016, V.57(71). –

P. 382-394. Doi: 10.3189/2016AoG71A575.

39. *Shahgedanova, M. Afzal I. Severskiy, Z. Usmanova, z. Saidaliyeva, v. Kapitsa, N. Kasatkin, S. Dolgikh.* Changes in the mountain river discharge in the northern Tien Shan since the mid-20-th Century: Results from the analysis of a homogeneous daily streamflow data set from seven catchments // *Journal of Hydrology.* – 2018. – Vol. 564, September 2018. – P. 1133-1152.

40. *Shiklomanov I.A.* Water resources as a challenges of the twenty-first century. Tenth WMO lecture / WMO. – 2004. – №. 959. – P. 13-146.

41. *Taylor K.E., Stouffer R.J., Meehl G.A.* An overview of CMIP5 and the experiment design //

Bulletin of the American Meteorological Society. – Vol. 93. – Issue 4. – Pp. 485-498, DOI:10.1175/BAMS-D-11-00094.1

42. The United Nations world water development report 2018: nature-based solutions for water; executive summary. NATURE-BASED SOLUTIONS for WATER Executive summary [Elektr. resurs]. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261594>

43. WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. – Paris: UNESCO, 2015. – 122 p.

БОЛАШАҚ КЛИМАТТЫҚ ЖӘНЕ АНТРОПОГЕНДІК ӨЗГЕРІСТЕР ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ӨЗЕН АҒЫНДЫСЫНЫҢ РЕСУРСТАРЫ

С.К. Алимкулов¹ геогр. ғылымд. канд., **А.А. Турсунова¹** геогр. ғылымд. канд.,
А.А. Сапарова¹

¹«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы қ., Қазақстан
E-mail: aselek.a.s@mail.ru

Мақалада Қазақстан Республикасының Су шаруашылығы бассейндері шегіндегі өзен ағыны ресурстарына факторлар кешенінің қазіргі заманғы әсері, сондай-ақ климаттық және антропогендік өзгерістерді, Қазақстанның өзен ағыны ресурстарының қазіргі заманғы өзгеруін ескере отырып, олардың 2030 жылға дейінгі перспективадағы маңызы қарастырылады. Шаруашылық әрекеттің өзен ағындысына әсерін және климаттық негізделген ағындының өзгеруін бағалау үшін кешенді интегралды әдістер қолданылды және тиісті әдіснамалар жасалды. Өзендердің трансшекаралық бассейндерінің төменгі ағысындағы қолайсыз географиялық орналасуы салдарынан Қазақстан Республикасы мақалада қаралған бірқатар сыртқы және ішкі қатерлерді бастан кешуде.

Түйін сөздер: өзен ағындысының ресурстары, климаттық өзгерістер, шаруашылық қызметтің әсері, өзен ағысының болжамы, трансшекаралық су мәселелері

RESOURCES OF THE RIVER RUNOFF OF KAZAKHSTAN UNDER THE CONDITIONS OF FUTURE CLIMATIC AND ANTHROPOGENIC CHANGES

S.K. Alimkulov¹ cand. of geogr. sciences, **A.A. Tursunova**¹ cand. of geogr. sciences, **A.A.Saparova**¹

¹ *JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Republic of Kazakhstan*

E-mail: aselek.a.s@mail.ru

The article examines the modern influence of a complex of factors on the river flow resources within the water basins of the Republic of Kazakhstan, as well as their significance for the future until 2030, taking into account climatic and anthropogenic changes, the modern change in the river flow resources in Kazakhstan. To assess the impact of economic activities on river runoff and changes in climate-related runoff, complex integral methods were used, and appropriate methodologies were developed. Due to the disadvantageous geographical position in the lower reaches of transboundary river basins, the Republic of Kazakhstan is experiencing a number of external and internal threats, which are discussed in the article.

Keywords: river runoff resources, climatic changes, impact of economic activity, river runoff forecast, transboundary water problems