

С. К. Алимкулов¹, А. А. Сапарова², Н. Е. Молдаханова², Г. Р. Баспакова³

¹ К. г. н., зам. председателя правления

(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

² НС (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

³ МНС (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ РЕЧНОГО СТОКА В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. Построены карты распределения естественного модуля стока за многолетний период и прогнозной оценки распределения речного стока с учетом изменений климата на 2025–2029 гг. На основе карт проведен анализ закономерностей пространственного распределения возобновляемых водных ресурсов по территории Казахстана за многолетний период и на ближайшую перспективу (2025–2029 гг.) в условиях изменения климата.

Ключевые слова: водные ресурсы, водохозяйственный бассейн, климат, местный сток, норма стока, распределение стока, речной сток.

Введение. Республика Казахстан относится к наименее водообеспеченным государствам в Центральной Азии. Острота проблемы водообеспечения Казахстана обусловлена ограниченностью располагаемых водных ресурсов, неравномерностью распределения их по территории, значительной изменчивостью во времени. Если говорить о речном стоке, то его направленные изменения обуславливаются не только климатическим фактором, но и антропогенными воздействиями.

В связи с этим изучение закономерности распределения возобновляемых водных ресурсов по территории республики, которые являются главным источником чистой воды, очень актуально. В последние годы проблема оценки возобновляемых водных ресурсов носит чрезвычайно острый социальный и политический характер. Это обусловлено возрастанием роли антропогенных факторов, связанных с водопотреблением населения, промышленности, сельского хозяйства как Республики Казахстан, так и соседних стран, а также изменениями глобального и регионального климата.

Методика исследования. Для построения карт стока использовались среднееголетние величины стока репрезентативных гидрологических постов (ГП) и полученные на основе их анализа региональные зависимости модуля стока от средневзвешенной высоты водосбора $q = f(H)$.

Построение региональных кривых зависимостей $q = f(H_{ср. вз.})$. На основе использования среднееголетних величин стока воды за 1974–2015 гг. построены кривые зависимости стока от физико-географических факторов. Физико-географические факторы, как известно, выступают в качестве трансформаторов атмосферной влаги в речной сток. Несмотря на сложность влияния характера земной поверхности на образование поверхностного стока, можно выделить основные факторы: ориентация горных склонов относительно господствующих в регионе влагонесущих атмосферных масс, а также высота местности. Эти показатели дают достаточно приемлемое на практике представление о среднееголетних характеристиках стока рек.

Фактор ориентации горных склонов к влагонесущим атмосферным массам учтен на основе выделения гидрологических районов. Такие зависимости достаточно явны в условиях, когда горные склоны в большей степени совпадают с генеральной ориентацией горного региона. Слабая зависимость стока от средней взвешенной высоты наблюдается для малых водосборов, расположенных на склонах отдельных предгорных возвышенностей, не обращенных непосредственно к влагонесущим массам.

Также необходимо отметить, что кривые зависимостей построены на основе данных ГП, расположенных в зоне формирования, и нижние границы кривых, т.е. нулевые значения стока, получены на основе детального анализа условий формирования стока и экстраполяции зависимостей.

Закономерности изменения средней многолетней величины стока в зависимости от упомянутых факторов земной поверхности достаточно пригодны для построения карты стока для неизученных или недостаточно изученных водосборов.

Построение карты среднемноголетнего стока. Проведение изолиний основано на положении о том, что среднемноголетний сток при относительном постоянстве характера земной поверхности является функцией преимущественно климатических факторов, имеющих зональное распределение.

В равнинных районах зональность носит широтный характер, а в горных – высотный. При широтной или географической зональности территориальное распределение стока более плавное, чем при высотном, и отнесение характеристики стока в створе к геометрическому центру водосбора вполне правомерно. В горных условиях геометрический центр не всегда равнозначен центру тяжести водосбора. Здесь сток с единицы площади, расположенной на различных высотах, отличается кратно, и центр тяжести больше соответствует средневзвешенной высоте водосбора [1].

Таким образом, среднемноголетний сток (q , модуль стока) каждого бассейна отнесен к горизонтали, соответствующей средневзвешенной высоте водосбора в горных районах, и к геометрическому центру в равнинных районах. Не использовались для построения карт материалы по предгорным малым водотокам, сток которых в значительной мере определяется азональными факторами. Далее изолинии корректировались на основе фактических данных по ГП, проще говоря, сравнивались фактическая и полученная на основе карты величины стока для конкретного изученного водосбора. При превышении их с разницей 10 % дополнительно изучались особенности рельефа, орографии, ориентации горных склонов относительно влагонесущих масс, поступающих в данные регионы в основном с северо-запада. Затем проведены корректировки изолиний.

Обсуждение результатов. *Распределение ресурсов речного стока в Казахстане.* Пространственные изменения такого динамичного природного процесса, как речной сток, особо сложны. Как известно, земной поверхности свойственно зональное распределение природно-климатических компонентов. Одной из самых типичных и главных физико-географических закономерностей горных территорий является высотно-зональное системное их распределение [2].

Широтная зональность как физико-географическая закономерность четко проявляется лишь на равнинных территориях. В горах сложное чередование хребтов разного простирания и межгорных впадин является причиной различий климатического режима не только по широте и долготе, но и по высоте. Климат через рельеф накладывает свой отпечаток на формирование стока воды рек (рисунок 1).

В соответствии с условиями формирования наибольшие ресурсы речного стока формируются в высокогорных районах юга и юго-востока Казахстана. Наибольшие значения стока сконцентрированы в среднегорье Уральских хребтов и центральных районах Сарыарки. Почти безводными являются пустынные и полупустынные зоны Казахстана, которые простираются от Прикаспийской низменности, вдоль песков Мойынкум и побережья оз. Балкаш. Также областями низкого значения речного стока являются участки Северо-Казахстанской равнины. Хотя данный район находится в более увлажненном районе, основная часть влаги тратится на заполнение мелких озер и на подземные воды.

Сток в районах недостаточного увлажнения Центрального и Северного Казахстана уменьшается с увеличением площади водосбора, также существенное влияние оказывает уклон водосбора. При прочих равных условиях, чем больше значение коэффициента стока, тем меньше потери в пределах водосбора на испарение и фильтрацию [3]. Далее представлены закономерности распределения стока по водохозяйственным бассейнам Казахстана.

Арало-Сырдаринский ВХБ. Общая картина распределения среднемноголетнего годового стока этого ВХБ в основном хорошо соответствует распределению нормы годовых сумм осадков. Последние, в свою очередь, зависят от высотного положения и доступности отдельных районов бассейна влагоносным воздушным массам. Бассейны рек, находящиеся на наиболее увлажненных склонах периферийных горных хребтов, благоприятно ориентированных по отношению движения влагоносных воздушных масс, отличаются повышенной удельной водоносностью. С другой стороны, бассейны рек внутренней части горной страны, в которую затруднено проникновение влажных воздушных масс, имеют относительно низкую удельную водоносность.

Для всех гидрологических районов Арало-Сырдаринского ВХБ характерно постепенное увеличение речного стока по высоте местности, на максимальных высотах имеют место наиболее благоприятные условия для формирования стока. Сток рек региона закономерно уменьшается с

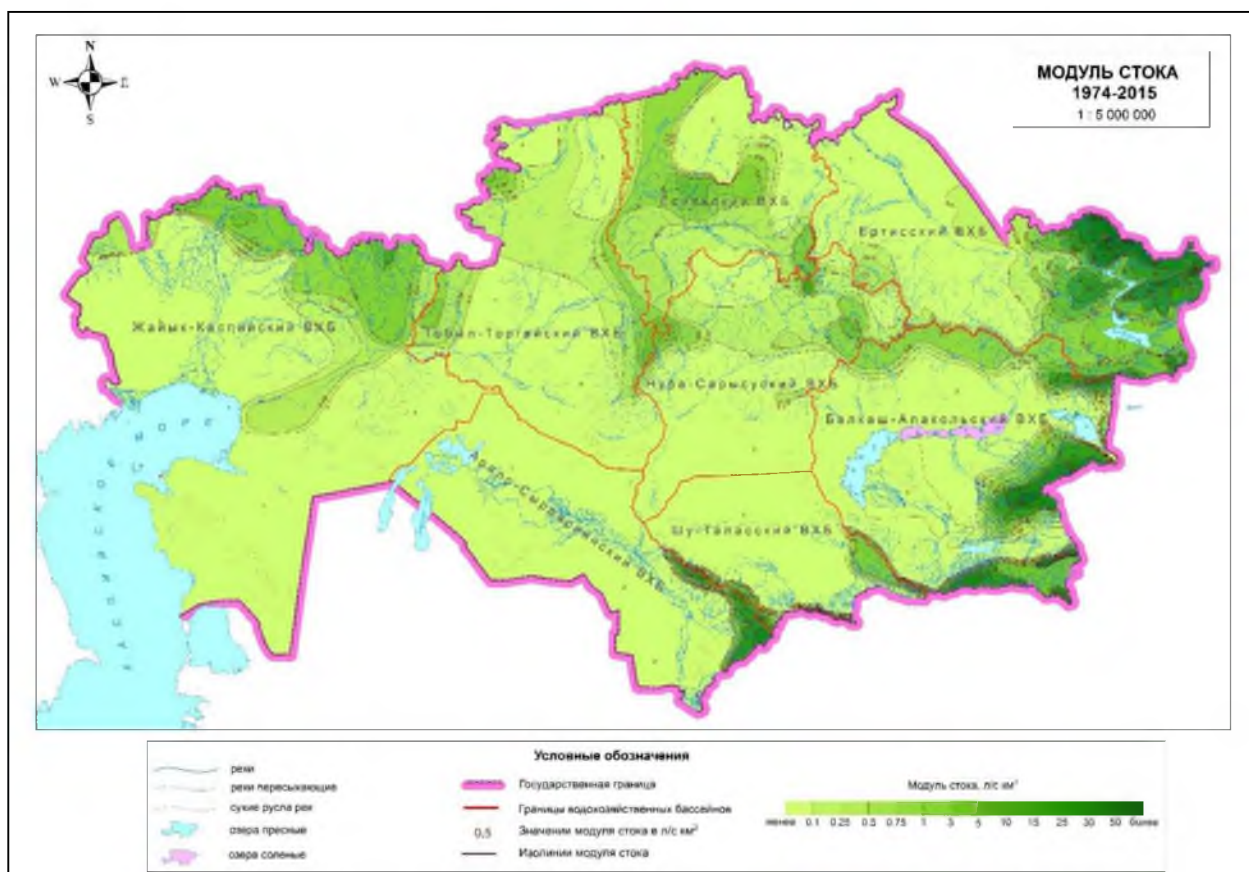


Рисунок 1 – Среднегодовое количество стока

востока на запад у хребта Каратау. В бассейнах рек северо-западных склонов хр. Каржантау, с интервалом высот от 1100 до 2500 м, модуль стока достигает максимальных величин (более 15 л/с·км²) по всему водосборному бассейну Арало-Сырдаринского ВХБ. В остальных районах этого ВХБ модуль стока не превышает 10–15 л/с·км².

Балкаш-Алакольский ВХБ. Средний годовой сток рек этого ВХБ изменяется от 0 до более 30 л/с·км². Наиболее высокой удельной водоносностью характеризуются юго-западные склоны хр. Тарбагатай, где сток достигает 25–30 л/с·км², западные склоны Жетысу Алатау – более 30 л/с·км² и центральная часть северного склона Иле Алатау – до 15–25 л/с·км². Указанные районы наряду со значительными абсолютными высотами имеют благоприятную ориентацию и свободный доступ для проникновения влажных воздушных масс.

Влияние защищенности водосборов на удельную водоносность рек можно показать на примере рек Жетысу Алатау, охватывающего бассейны рек Тентек, Лепсы, Биен и Кызылагаш. Величина годового стока по мере продвижения с востока на запад при той же средней высоте уменьшается. Представляется, что одна из основных причин такого явления заключается в различной степени защищенности бассейнов указанных рек поперечными по отношению к направлению движения влагоносных воздушных масс хребтами. Так, влажные массы, прежде чем проникнуть в верховья рек Аксу и Биен, должны перевалить три передовых хребта, высота которых достигает 3500 м, в то время как верховья рек Тентек и Лепсы защищены лишь двумя хребтами с высотами, не превышающими 2000 м. Бассейн р. Киши Алматы, расположенный на северном склоне центральной части Иле Алатау и открытый для вторжения влажных масс, характеризуется повышенной удельной водоносностью по отношению к бассейну р. Шарын, защищенному отрогами Жетысу и Иле Алатау и хр. Кетмень. Наименьшие значения годового стока при средней высоте 2000 м наблюдаются в бассейне р. Текес – 15 л/с·км², который характеризуется неблагоприятными условиями увлажнения как в отношении ориентации, так и в отношении защищенности.

В равнинной части Балкаш-Алакольского ВХБ, как правило, сток рассеивается. Реки Северного Прибалкашья обладают наименьшей удельной водоносностью, сток колеблется от 0 до 0,5 л/с·км².

Шу-Таласский ВХБ. В Шуской долине характер распределения среднего стока различен для левобережных (основных) и правобережных притоков р. Шу. Северные склоны Киргизского Алатау хорошо доступны идущим с запада и северо-запада влажным воздушным потокам, поэтому водоносность рек этих склонов значительно выше, чем верховий р. Шу. При этом выявляется своеобразная особенность распределения среднего стока на протяжении всего хребта, связанная с различной доступностью отдельных его частей воздушным массам, а также с высотным положением водосборных бассейнов. Так, реки крайних западных отрогов Киргизского Алатау при средних высотах, равных 2090–2370 м, имеют модули стока до 10 л/с·км². Водоносность рек средней части северного склона Киргизского хребта сравнительно ниже. Это объясняется, по-видимому, тем, что воздушные массы, продвигаясь с запада на восток по генеральному направлению вдоль хребта, частично разгружают запасы своей влаги на сравнительно высоких водосборах западной части бассейна, занимающих передовое положение по отношению к этим воздушным массам. В относительно более низкие водосборы таких рек, как Каракыстак и Мерке, воздушные массы приходят значительно обедненными влагой.

Водосборы правобережных притоков Шу, стекающих с юго-западных склонов относительно низкого Шу-Илейского водораздела, благодаря своему передовому положению получают количество осадков, почти одинаковое с районом западной части северного склона Киргизского Алатау. При средних высотах водосборов, равных 960–2530 м, модули стока рек составляют соответственно 1,2–4,8 л/с·км². С продвижением далее на восток влажные воздушные массы задерживаются сходящимися на востоке Шуйской долины довольно высокими хребтами Иле и Кунгей Алатау.

В обособленных орографических районах этого бассейна (Таласская долина и северо-восточные склоны хребта Каратау) осадков выпадает значительно меньше, чем в Шуской долине, вследствие чего формирующиеся здесь реки характеризуются относительно пониженной водоносностью. Большая часть рек северных склонов Таласского Алатау при средних высотах водосборов, равных 580–1080 м, имеет модули среднего стока 1,2–5,9 л/с·км².

Ертисский ВХБ. Сложное орографическое строение и связанные с этим особенности увлажнения территории атмосферными осадками определяют значительную контрастность характеристики водоносности рек. Наибольшей водоносностью (более 50 л/с·км²) характеризуется высокогорная зона верховья р. Катынсу.

Благодаря значительной увлажненности Западного Алтая годовой сток достигает 30–50 л/с·км² на обширных территориях бассейнов рек Уба, Ульби, Тургысын. Высоким стоком (до 30 л/с·км²) характеризуются районы высокогорных зон бассейнов рек Куршим и Сарымсақты.

Значительно меньшей водоносностью, по сравнению с правобережьем, характеризуется левобережье р. Ертис. Наибольшего значения (до 15 л/с·км²) достигает годовой сток в районе хр. Сауыр, где имеет место небольшое оледенение.

На Калбинском хребте максимальный сток составляет около 10 л/с·км². Наиболее низким стоком характеризуется Зайсанская котловина, равнинное Приертисье и Казахский мелкосопочник, где в результате недостаточного увлажнения и больших потерь на испарение сток уменьшается до 0,5–0,1 л/с·км², а в отдельных районах практически снижается до нуля.

Есильский ВХБ. Его территория относится к районам недостаточного увлажнения, что в свою очередь влияет на формирование поверхностного стока. Почти все водотоки бассейна получают питание лишь весной, при снеготаянии. После спада половодья они пересыхают, за исключением имеющих приток грунтовых вод. Анализ условий формирования стока в бассейне р. Есиль показал, что относительная водность малых водотоков, как правило, выше по сравнению со стоком средних рек. Реки бассейна характеризуются низкими модулями стока. Распределение поверхностного стока по бассейну выражается ярко выраженным минимумом. Верховье р. Есиль и правобережные притоки характеризуются модулями стока 0,5–1 л/с·км², основная часть водосбора – 0,3–0,5 л/с·км², особенно низкие модули стока наблюдается в южной части бассейна.

Жайык-Каспийский ВХБ. Его территория относится к районам недостаточного увлажнения, характеризующимся малым количеством осадков и большими величинами испарения, в связи с этим реки бассейна маловодны.

Распределение среднегодового стока соответствует в основном изменению климатических факторов и характеризуется общим убыванием с севера на юг в связи уменьшением количества осадков и увеличением испарения. Существенное изменение в зональное распределение вносит рельеф, благодаря которому к горным районам приурочены более высокие значения стока.

Наибольшее значение стока наблюдается на западных склонах южных отрогов Уралтау. На малых реках бассейна в верховьях рек Терисбутах, Актасты, Коксистек, Карабутах модуль стока достигает 3–5 л/с·км². К востоку и на юг сток уменьшается. Мугалжарские горы, расположенные южнее Уралтау, вызывают некоторое повышение стока. В южном и восточном районах сток наименьший. Низкий сток 0,1–0,25 л/с·км² наблюдается в Прикаспийской низменности в низовьях рек Сагиз, Ойыл. Районы полуострова Мангистау и плато Устирт, где выпадает наименьшее количество осадков, можно рассматривать как бессточный район.

Нура-Сарысуский ВХБ. Он относится к районам резко выраженного недостаточного увлажнения. Поверхностный сток здесь формируется главным образом за счет талых снеговых вод.

Особенностью рек Нура-Сарысуского ВХБ является уменьшение стока по их длине, что обусловлено значительным количеством бессточных и временно действующих водосборных площадей. Водность рек уменьшается с востока на запад, с севера на юг. Модуль стока малых водотоков больше, чем сток средних рек. Зональное распределение стока в бассейне существенно нарушается под влиянием рельефа. В связи с этим изменение стока по территории в основном определяется ее орографическим строением.

В бассейне выделяются два района повышенного стока, при этом один из них располагается в западной части, а другой – в восточной. Наиболее высокую водоносность имеет верховье р. Нура, расположенное в восточном районе, максимальный модуль стока немного превышает 1 л/с·км² и наблюдаются в верховьях рек Шерубайнура, Улкен Кундызды. Пониженной водоносностью характеризуются центральная часть бассейна и бессточная впадина оз. Карасор. Наименьший сток наблюдаются в южной части бассейна, прилегающей к пустыне Бетпақдала.

Тобыл-Торгайский ВХБ. Рельеф водосборов играет весьма существенную роль в формировании стока, причем с его влиянием связаны не только условия снегонакопления, но в значительной мере и размеры потерь талых вод в речном бассейне. В непосредственной связи с характером рельефа, в частности с высотой, находятся степень развития гидрографической сети на водосборе и уклоны поверхности. В бассейне реки Тобыл изменение модуля стока по длине реки связано при прочих равных условиях с изменением рельефа водосбора.

В рассматриваемом районе рост площади водосбора означает увеличение доли равнинных участков с множеством замкнутых понижений и с неблагоприятной для формирования и даже транзита стока геологией. Неслучайно на нижних участках Ырғыза, Торгай, в конце концов, потери стока начинают преобладать над притоком, и сток уменьшается и даже совсем теряется. Таким образом, редукция стока по площади «работает» и даже для больших площадей и, может быть, даже больше, чем для малых.

Тобыл-Торгайский ВХБ защищен Уральским хребтом от более влажного запада и находится под воздействием пустынь Средней Азии. В связи с небольшой величиной осадков и преобладанием равнинного рельефа он характеризуется низким речным стоком. Вследствие резкого уменьшения с севера на юг снеготранспорта и увеличения засушливости в этом же направлении происходит уменьшение густоты гидрографической сети и величины стока.

Распределение среднего годового стока имеет зональный характер. На равнинной части территории сток убывает с севера на юг. Только в предгорных периферических, западной и восточной областях сток увеличивается в связи с повышением атмосферных осадков и уменьшением испарения. Решающее влияние на распределение среднего годового стока оказывают зимние осадки. Распределение среднего стока повторяет в общих чертах распределение снеготранспорта по территории.

Максимальные значения модуля стока наблюдаются в верховьях рек Каратагай, Сары Торгай, Ырғыз, которые доходят до 0,75–1 л/с·км². В бассейне имеются почти бессточные пространства,

охватывающие, например, междуречья Аят-Уй. Водоносность р. Тобыл на участке выше г. Костаная не увеличивается, несмотря на впадение на этом участке ряда притоков (Уй, Обеган и др.).

Прогнозная оценка распределения климатического речного стока. По результатам климатического прогноза на 2025–2029 гг. выявлено (рисунок 2), что водные ресурсы в РК возрастут в пределах нормы. На равнинных реках Западного Казахстана, Казахского мелкосопочника, а также на реках горно-ледниковых бассейнов Южного и Юго-Восточного Казахстана увеличение стока за рассматриваемый период более значительно.

Исключение составляют равнинные реки Северного Казахстана, в частности бассейна реки Есиль, где идет повсеместное уменьшение стока по всему бассейну.

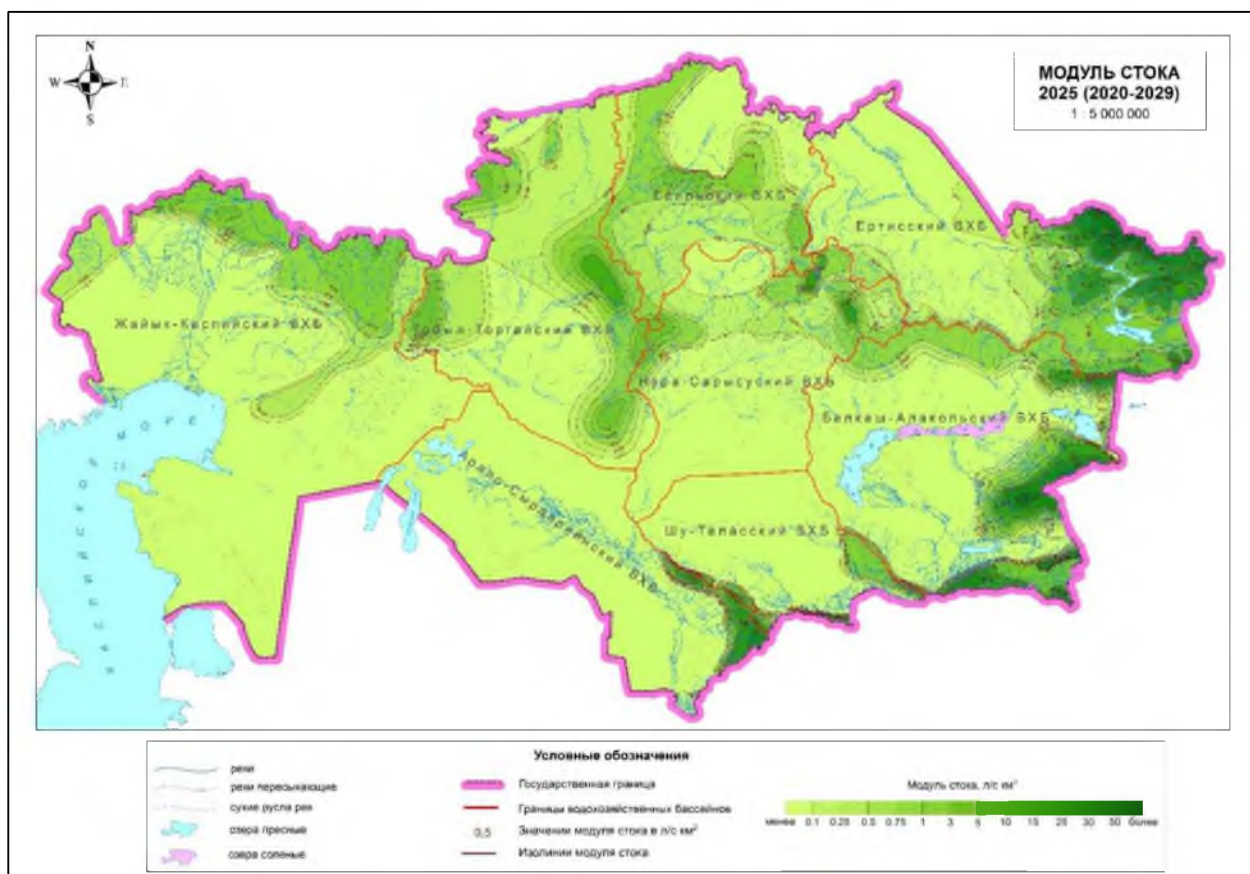


Рисунок 2 – Карта распределения климатического речного стока

Арало-Сырдаринский водохозяйственный бассейн. Оценка его водных ресурсов с учетом возможных изменений климата показывает, что изменения водных ресурсов относительно нормы современного цикла водности (1974–2015 гг.) незначительны – менее 6,5 %. В бассейнах рек средней части южных склонов хр. Каратау и бассейне р. Келес ожидается увеличение климатического стока, на реках юго-западных склонов Каратау наблюдается небольшое уменьшение стока в пределах 2%.

Шу-Таласский водохозяйственный бассейн. В целом по этому бассейну климатические изменения речного стока незначительны, отмечается небольшое увеличение стока рек относительно высокого и среднего значения в предгорной зоне на северо-восточных склонах хр. Каратау и относительно невысокого Шу-Илейского водораздела и гор Киндиктас. Значительное уменьшение стока рек наблюдается в северной западной части склона Киргизского хребта в бассейне реки Талас.

Балкаш-Алакольский водохозяйственный бассейн. Согласно полученным оценкам, по бассейну сток увеличится от 2,7 до 4,3%. В целом прогнозные оценки отличаются от значений за многолетний период незначительно – в пределах 5 %. Исключение составляет лишь сток рек Северного Прибалкашья, где изменения (увеличения) достигнут 7,1–10,2 %.

Ертисский водохозяйственный бассейн. Здесь наблюдается небольшое колебание спада и подъема водности. Прогнозные оценки отличаются от нормы за период наблюдений несущественно – в пределах 6 %.

Есильский водохозяйственный бассейн. Анализ результатов с использованием климатических сценариев и гидрологических расчетов показывает, что за прогнозируемый период следует ожидать уменьшения водных ресурсов в большей части бассейна реки Есиль в среднем от 0,56 до 9,59 %. И только в крайней восточной части – в бассейне реки Силеты наблюдается небольшое увеличение стока водных ресурсов.

Тобыл-Торгайский водохозяйственный бассейн. Анализ результатов, полученных с использованием климатических сценариев, показывает, что в 2025–2029 гг. следует ожидать повсеместное значительное увеличение водных ресурсов более чем в 2 раза по всему бассейну реки Тобыл в среднем до 62,8 %.

Нура-Сарысуский водохозяйственный бассейн. По прогнозам следует ожидать значительное повышение водных ресурсов в бассейне реки Нура в среднем от 41,71 % и значительное увеличение в ее верховьях, расположенных на северо-западе Сарыарки, и в верховьях рек Шерубайнура, Ащысу, а в бассейне реки Сарысу ожидается значительное уменьшение водных ресурсов в среднем от 22 до 69 %.

Жайык-Кастийский водохозяйственный бассейн. С учётом возможных изменений климата за период 2025–2029 гг. прогнозируется общее увеличение среднемноголетнего стока на 49,70 % по бассейну. Рост стока будет наблюдаться в западных и северных частях бассейна. К востоку и на юг величина стока уменьшится. На реках, расположенных южнее Мугалжарских гор, в низовьях рек Сагиз, Жем и в крайне восточных районах территории, наблюдается значительное снижение стока. Небольшое уменьшение стока отмечается и в северо-восточном районе бассейна, в бассейнах рек Ыргыз, Ор и в восточной части реки Елек.

По результатам исследования ожидаемые климатические водные ресурсы местного стока к 2025 году составят 64,4 км³, суммарного стока – 129 км³. Относительно периода 1974–2015 гг. ожидается рост местного стока от 9,36 до 12 %. Наибольшее увеличение ожидается в Тобыл-Торгайском ВХБ (почти в 2–3 раза), в Нура-Сарысуском ВХБ (почти в 2 раза), в Арало-Сырдаринском ВХБ (до 27,4 %). Увеличение в юго-восточных и восточных регионах республики (Шу-Таласский, Балкаш-Алакольский, Ертисский ВХБ) колеблется от 0,18 до 10,0 %.

Заключение. Выявлены закономерности пространственного распределения возобновляемых водных ресурсов. Таким образом, наибольшей водоносностью (более 50 л/с·км²) характеризуется высокогорная зона верховья р. Катынсу Ертисского водохозяйственного бассейна. Благодаря значительной увлажненности годовой сток на реках Западного Алтая и западного склона Жетысу Алатау составляет более 30 л/с·км². Указанные районы наряду со значительными абсолютными высотами имеют благоприятную ориентацию и свободный доступ для проникновения влажных воздушных масс. Наиболее низкий сток наблюдается в Прикаспийской низменности, где он колеблется от 0 до 0,5 л/с·км². Районы полуострова Мангистау и плато Устирт, где выпадает наименьшее количество осадков, можно рассматривать как бессточный район.

Прогнозные оценки речного стока на основе климатических сценариев свидетельствуют о том, что изменения относительно нормы современного цикла водности (1974–2015 гг.) незначительные, в пределах точности гидрологических измерений и расчетов. Для большей части страны наиболее вероятно незначительное увеличение стока рек – это горные и высокогорные районы юга и юго-востока, что находятся в пределах его естественной изменчивости. В равнинных регионах Центрального и Западного Казахстана, по всей вероятности, будет наблюдаться значительное увеличение водности. Единственное исключение – это сток рек Есильского водохозяйственного бассейна, где ожидается значимое уменьшение стока. Таким образом, естественный сток в ближайшей перспективе будет колебаться от 5 до 10 % около многолетней нормы.

Исследования выполнены в рамках проекта № 0118РК01222 «Рациональное использование водных ресурсов при увеличении площадей регулярного и лиманного орошения по всем водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан до 2021 года», по программе «Научно-технологическое обоснование по рациональному использованию водных ресурсов при увеличении площадей регулярного и лиманного орошения по всем водохозяйственным бассейнам Республики

Казахстан до 2021 года». Мероприятие «Оценка и прогноз ежегодно возобновляемых водных ресурсов, возможных к использованию для целей орошения по водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан». При расчете водных ресурсов отдельных ВХБ также участвовали сотрудники лаборатории водных ресурсов АО «Институт географии и водной безопасности» Мырзахметов А. Б., Кулебаев К. М., Загидуллина А. Р., Баспакова Г. Р.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Sayat Alimkulov, Aisulu Tursunova, Assel Saparova, Kairat Kulebaev, Alfiya Zagidullina, Ahan Myrzahmetov. Resources of River Runoff of Kazakhstan // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). – 2019. – Vol. 8, issue 6. (CiteScore 0,03, SJR 0,14, Q3.)
- [2] 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. – N 11(17). – 4788 p. (CiteScore 3,01, SJR 0,55, Q2.) <https://doi.org/10.3390/su11174788>
- [3] Medeu A.R., Alimkulov S.K., Tursunova A.A., Myrzakhmetov A.B., Saparova A.A., Baspakova G.R., Kulebayev K.M. Anthropogenic load on water resources of Kazakhstan // Eurasian Journal of Biosciences. – 2020. – N 14(1). – P. 301-307.

REFERENCES

- [1] Sayat Alimkulov, Aisulu Tursunova, Assel Saparova, Kairat Kulebaev, Alfiya Zagidullina, Ahan Myrzahmetov. Resources of River Runoff of Kazakhstan // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). 2019. Vol. 8, issue 6. (CiteScore 0,03, SJR 0,14, Q3.)
- [2] 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. N 11(17). 4788 p. (CiteScore 3,01, SJR 0,55, Q2.) <https://doi.org/10.3390/su11174788>
- [3] Medeu A.R., Alimkulov S.K., Tursunova A.A., Myrzakhmetov A.B., Saparova A.A., Baspakova G.R., Kulebayev K.M. Anthropogenic load on water resources of Kazakhstan // Eurasian Journal of Biosciences. 2020. N 14(1). P. 301-307.

С. Қ. Әлімқұлов¹, А. А. Сапарова², Н. Е. Молдаханова², Г. Р. Баспақова³

¹ Г. ф. к., басқарма төрағасының орынбасары

(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

² ҒҚ, («География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

³ КҒҚ, («География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

ҚАЗАҚСТАНДА ӨЗЕН АҒЫНЫ РЕСУРСТАРЫНЫҢ ТАРАЛУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ

Аннотация. Көпжылдық кезеңдегі ағындының табиғи модулінің таралу картасы және 2025–2029 жылдарға арналған климаттың өзгеруіп ескере отырып, өзен ағындысының таралуының болжамды бағалау картасы жасалды. Карта негізінде көпжылдық және жақын келешекте климаттың өзгеруі жағдайында (2025–2029 жж.) Қазақстан аумағы бойынша жаңартылатын су ресурстарының кеңістіктік таралу заңдылықтарына талдау жүргізілді.

Түйін сөздер: су ресурстары, өзен ағыны, ағын нормасы, жергілікті ағын, климат, су шаруашылығы алабы, ағынды үлестіру.

S. K. Alimkulov¹, A. A. Saparova², N. Ye. Moldakhanova², G. R. Baspakova³

¹ C.g.s, Deputy chairman of the board

(«Institute of geography and water security» JSC, Almaty, Kazakhstan)

² Researcher («Institute of geography and water security» JSC, Almaty, Kazakhstan)

³ Junior Researcher («Institute of geography and water security» JSC, Almaty, Kazakhstan)

REGULARITIES OF DISTRIBUTION OF RIVER RUNOFF RESOURCES IN KAZAKHSTAN

Abstract. Maps of the distribution of the natural runoff modulus for the long-term period and of the forecast assessment of the distribution of river runoff taking into account climate change for 2025–2029 were constructed. On the basis of the maps, provides the analysis of the regularities of the spatial distribution of renewable water resources over the territory of Kazakhstan for a long-term period and for the near future (2025–2029) under conditions of climate change.

Keywords: water resources, river runoff, flow rate, local flow, climate, water management basin, flow distribution.