

УДК 551.4:556.16.
AGRIS P10

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/90/14>

ПРИЧИНЫ УМЕНЬШЕНИЯ СТОКА РЕК В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

©*Агвердиева Д. А., Азербайджанский научно-исследовательский институт мелиорации, г. Баку, Азербайджан, ceyranhaqverdiyeva@gmail.com*

CAUSES FOR REDUCING RIVERS RUNOFF IN AZERBAIJAN

©*Hagverdiyeva J., Azerbaijan Scientific Research Institute of Melioration, Baku, Azerbaijan, ceyranhaqverdiyeva@gmail.com*

Аннотация. В статье отражены результаты исследований четырех рек, протекающих по северо-восточному и южному склонам Большого Кавказа. Установлено, что среднегодовой расход этих рек уменьшился в 1,05–1,60 раза в период с 2018 по 2021 год. На основе анализа климатических факторов выявлено, что уменьшение стока рек связано с уменьшением количества атмосферных осадков, изменением характера их выпадения, а также повышением температуры воздуха и, соответственно с увеличением испарения. По сравнению с 1961–1990 годами средняя многолетняя температура воздуха в Азербайджане повысилась на 0,7°C. В результате повышения температуры количество испарения с поверхности воды и почвы в стране увеличилось в среднем на 31 мм в год, а количество израсходованной воды на непродуктивное испарение составило 2,68 млрд м³ в год. Все эти названные факторы привели к дефициту воды в стране.

Abstract. The results of research on four rivers flowing in the north-eastern and southern slopes of the Greater Caucasus are reflected in the article. It was determined that the average annual consumption of these rivers decreased by 1.05-1.60 times in the period from 2018 to 2021. Based on the analysis of climate factors, it was determined that the decrease in river flows, the decrease in atmospheric precipitation, the change in the nature of their fall, as well as the increase in the average multi-year air temperature and thus evaporation is related. Compared to the years 1961–1990, the average long-term air temperature in Azerbaijan increased by 0.7°C. As a result of the increase in temperature, the amount of evaporation on the water and soil surface in the country increased by an average of 31 mm per year, and the amount of water used for evaporation was 2.68 billion m³ per year. All these mentioned factors have led to water scarcity in the country.

Ключевые слова: сток, климат, температура, атмосферные осадки, испарение, осадка грунта.

Keywords: runoff, climate, temperature, precipitation, evaporation, subsidence.

В последние годы, а точнее с 1991 года, в большинстве стран мира, даже в странах Европы, наблюдается снижение водности рек. Почти на всех реках, расположенных в Азербайджане, сток уменьшился. Расход реки Куры, считающейся крупнейшей рекой страны, в ее устье уменьшился примерно в 20–30 раз. В русле реки образовались островки, среднегодовой расход снизился с 600 м³/сек до 2–30 м³/сек. Большинство рек, которые раньше были полноводными, в летний сезон стали пересыхать, иначе говоря, тенденция к уменьшению речного стока приобрела катастрофический характер. Ряд исследователей

пытаются с различных аспектов объяснить причины уменьшения водности рек. В связи с этим выявление причин сложившейся ситуации и правильная оценка истинного характера проблемы — одна из важнейших задач, стоящих сегодня перед наукой. Цель исследования — установление причины уменьшения речного стока.

Для решения поставленной задачи проводились регулярные измерения на конкретных реках и проводилась обработка полученных данных. Изучена тенденция изменения климатических факторов, формирующих сток рек, проанализирована взаимосвязь речного стока с атмосферными осадками и температурой и сделаны выводы.

В 2018–2021 годах на основании измерений, проведенных на реках Кищчай, Курмукчай, Вельвелечай и Гудиалчай, установлено, что среднегодовой расход реки Кищчай уменьшился в 1,33 раза, реки Курмукчай в 1,05 раза, реки Вельвелечай в 1,29 раза, а реки Гудиалчай в 1,6 раза (Таблица).

Таблица

СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЙ И СРЕДНЕГОДОВОЙ СТОК РЕК, м³/с

Годы	Месяцы												Среднегодовой расход, м ³ /сек
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Курмукчай (Илисуинский водомерный пост)													
2018	4,63	4,10	4,39	5,84	6,58	7,02	6,24	6,21	5,34	4,65	6,33	6,15	5,63
2019	4,42	5,00	5,88	5,85	7,66	6,69	5,02	5,29	6,34	4,23	4,66	3,94	5,42
2020	4,15	4,56	5,74	6,31	6,78	5,02	4,85	6,62	6,14	5,58	5,53	3,65	5,41
2021	3,61	3,94	4,58	6,48	7,58	6,87	6,73	4,80	4,66	5,73	4,86	4,43	5,36
Вельвелечай (Тангаалтинский водомерный пост)													
2018	2,88	2,60	4,18	5,86	7,14	6,41	4,08	4,48	4,33	2,93	3,14	2,85	4,24
2019	2,75	2,75	3,18	5,33	7,60	5,71	6,55	4,63	4,47	3,00	2,86	2,69	4,30
2020	2,62	2,79	3,48	3,76	7,48	3,93	4,97	4,51	3,60	3,05	3,08	2,93	3,85
2021	2,97	2,89	3,18	4,14	4,28	3,39	3,25	2,50	2,71	4,15	3,05	2,81	3,28
Гудиалчай (Кирзский водомерный пост)													
2018	3,51	3,03	5,19	8,69	11,1	16,5	9,50	11,2	9,69	8,51	6,15	2,91	8,00
2019	3,22	2,34	2,44	4,10	6,27	6,39	13,1	7,01	5,16	4,87	4,80	4,49	5,35
2020	4,21	4,64	5,39	6,12	12,3	9,90	8,99	7,71	7,57	4,97	4,68	4,19	7,00
2021	3,90	3,72	4,28	5,54	6,94	5,06	4,43	4,02	4,18	5,11	4,46	4,24	5,00
Кищчай (Гайнарчайский водомерный пост)													
2018	1,86	1,82	2,61	3,95	4,24	6,43	4,94	4,86	4,04	3,29	2,68	2,4	4,0
2019	5,2	4,71	5,63	7,64	9,9	8,26	7,87	6,64	7,35	6,36	5,49	4,51	7,0
2020	1,86	2,15	2,55	3,2	3,92	2,73	3,07	3,11	2,7	2,61	2,45	2,24	3,0
2021	1,85	1,79	2,2	2,53	3,6	3,43	2,62	2,35	2,6	2,93	2,19	2,12	3,0

Уменьшение стока рек происходит как естественным путем, так и в результате хозяйственной деятельности человека. Однако большую роль в формировании речного стока играют природные факторы, в основном атмосферные осадки и температура. Кроме этих факторов, на формирование речного стока влияют также географические условия, в которых он находится, состояние речного бассейна, наличие пойм, их площадь, растительный и почвенный покров и другие факторы. Например, изменение расхода горных рек, расположенных на южных и северо-восточных склонах Большого Кавказа, является наглядным доказательством. В то же время климатические аномалии наиболее ярко проявляются на горных реках. На этих реках случаются внезапные паводки и наводнения, который напрямую связан с атмосферными осадками.

Атмосферные осадки и речные стоки

Реки, как и вообще все поверхностные и подземные водные источники, образуются за счет климатических факторов, в основном атмосферных осадков (дождь, снег, ливень, туман и др.), температуры, испарения с поверхности почвы и водной поверхности. Увеличение и уменьшение запасов воды в водоисточниках напрямую связано с атмосферными осадками и температурой. Увеличение количества атмосферных осадков приводит к увеличению стока и водных ресурсов в водоисточниках, в том числе реках, и, наоборот, уменьшение количества осадков приводит к уменьшению водных ресурсов. Однако анализы и наблюдения показывают, что увеличение и уменьшение водных ресурсов рек (водоисточников в целом) связано как с количеством осадков, так и с их характером.

Что означает характер выпадения осадков? Под характером осадков подразумеваются следующие случаи:

1. Осадки, выпадающие внезапно, в виде сильного дождя или ливня в течение небольшого или большого промежутка времени.
2. Осадки, выпадающие в твердом виде (снег, мокрый снег и град).
3. Осадки слабые, пыльные, аэрозольные и т. д.
4. Осадки в виде тумана и мороси кратковременные и продолжительные.
5. Осадки, выпадающие в зависимости от времени года в той или иной форме, например весенние дожди весной и снег зимой и т. д.
6. Количество осадков в пределах средней многолетней нормы или оптимальных пределов.
7. Распределение осадков по вертикальной закономерности по высотам.

Анализ данных об изменении климата показывает, что в последние годы, в основном после 1991 года, характер осадков на Земном шаре принципиально нарушен по всем признакам. Это нарушение также наблюдается по регионам, и выпадение осадков стало аномальным. Осадки распределяются по зонам и регионам в планетарном масштабе неравномерно. Наблюдается, что дождь и снег выпадают в регионах (странах), где ранее не было обильных дождей и снега, а засуха возникает в регионах, где ранее были ливни, дожди и снег [1].

В последние годы в регионах идут внезапные и неожиданные сильные дожди, ливни и град, чего ранее на данных территориях не наблюдалось. Нет умеренных, мелких и пыльных дождей, длительное время выпадавших в горах и на равнинах, и туманов, покрывавших горы. Весенние дожди весной и снег зимой стали редкостью. Распределение осадков по высотам приобрело аномальный характер. По информации Азербайджанского научно-исследовательского института Гидрометеорологии, среднее многолетнее количество осадков в 1991–2018 годах по сравнению с 1961–1990 годами было различным по высотам и неравномерно распределено [2, 3].

Так, количество среднемноголетних осадков на территориях ниже уровня моря увеличилось на 35 мм, а на высотах до 200 м — на 9 мм. Однако в регионах на высоте 200 м над уровнем моря среднее многолетнее количество осадков уменьшилось на 71 мм. В отдельные годы, например, в 2010 г., количество осадков, выпавших на высоте 500–1000 м за короткий промежуток времени, превышало среднюю многолетнюю норму на 232 мм, в результате чего река Кура, крупнейшая река страны вышла из своего русла и произошло наводнение. В целом после 1991 г. количество осадков, выпадающих на территории страны, значительно уменьшилось.

За 1991–2022 годы также резко сократилось количество выпавшего на территории страны снега и продолжительность его пребывания на земной поверхности. Даже на постоянные ледники (Шахтаг, Кобаш, Туфандаг и др.), расположенные на вершинах гор, выпало во много раз меньше снега, чем обычно.

Количество и характер выпадения атмосферных осадков принимают непосредственное участие в формировании речного стока. Между постоянной водностью реки и изменением скорости течения, количеством осадков и характером их выпадения существует тесная связь. Дело в том, что ливни или проливные дожди, выпадающие внезапно или в течение определенного периода времени, не впитываются в почву, а стекают по поверхности и подаются в овраги, низины, притоки рек и, наконец, в саму реку, увеличивая водность в ней на короткий период времени. В это время случаются паводки и наводнения. В более поздние периоды стабилизируется режим течения реки.

В целом сток реки зависит от количества осадков, питания артезианскими водами и испарения. Он выражается уравнением баланса, предложенным Б. И. Куделиным [4]:

$$Y=X-Z+W, \quad (1)$$

Y — расход реки; X — количество осадков; Z — испарение; W — объем питания реки артезианскими водами.

Анализ показывает, что уравнение баланса (1) выражает закономерность формирования речного стока для общего случая. В особых случаях — когда географические и гидрогеологические условия различны, уравнение баланса изменяется и принимает иной вид. Например, горные реки не питаются артезианскими водами, т. е. $W=0$. В это время уравнение (1) выражается как [4]:

$$Y=X-Z. \quad (2)$$

В зависимости от интенсивности осадков и характера их выпадения, питание реки принимает разные значения. Как уже упоминалось, во время сильных и проливных дождей часть осадков стекает в ручьи, овраги, ямы и т. д., а другая часть поступает в реку и ее притоки. Поскольку эти факторы влияют на постоянство стока реки, уравнение баланса речного стока будет выражаться в следующем виде:

$$Y=X-P-Z+W, \quad (3)$$

где P — часть осадков в водосборном бассейне, стекающая по поверхности земли и поступающая в овраги, низины и т. д., остальные символы являются предыдущими величинами. Доля осадков, стекающих по поверхности земли и выходящих в сухие долины, овраги, канавы, ямы и др., меняется в зависимости от уклона земной поверхности, интенсивности осадков, водопоглотительной способности растительного покрова (леса, кустарники, луга и др.). По данным натурных наблюдений установлено следующее:

1. По мере увеличения интенсивности дождей ускоряется их сток по поверхности и ослабевают впитывание дождей в почву.
2. По мере уменьшения интенсивности дождя поток дождевой воды по поверхности ослабевает и увеличивается скорость впитывания в почву.
3. Если интенсивность дождя равна коэффициенту инфильтрации (коэффициента фильтрации) почвы, то стока с поверхности не происходит.
4. По мере увеличения уклона водосборного бассейна поток осадков по поверхности ускоряется.

5. Если растительность бассейна состоит из лесов, кустарников или лугов, сток осадков с поверхности ослабевает и улучшается поглощение дождя почвой.

6. Интенсифицируется скорость стока осадков на оголенную поверхность, а скорость всасывания в почву ослабевает.

Таким образом, дифференциация характера осадков и поверхностного стока позволяют установить закономерности формирования речного стока, и тем самым разработать соответствующие предупредительные мероприятия по рациональному использованию водных ресурсов.

Температура и речные стоки

Температурный фактор играет исключительную роль в формировании речного стока. Повышение температуры приводит к кратковременному повышению водности рек, а затем к постепенному снижению. Как было сказано выше, атмосферные осадки выпадают на землю в твердом и жидком виде. К твердым осадкам относятся снег, мокрый снег и град. К жидким осадкам относятся сильные и морозящие дожди, ливни, густой туман и т. д. Наводнения и паводки на реках происходят в результате таяния снега и льда и обильных ливней. После этого процесса водный режим рек формируется за счет постепенного таяния постоянных ледников, расположенных на вершинах водосборных бассейнов, и дождей различной интенсивности. В течение года вода, просачивающаяся из слоя ледяного покрова, соприкасающегося с землей в ледниках, поступают в подземные воды, а подземные воды, в свою очередь, обеспечивают питание реки в течение всего года. Изменение температурного режима по сезонам, особенно температуры, превышающие среднюю многолетнюю норму, создают две негативные ситуации. В первом случае начинают уменьшаться площади постоянных ледников и тем самым водные ресурсы, а во втором случае снижается водность рек, причем даже в летний период, когда нет осадков или наблюдается спад, реки пересыхают.

Повышение температуры на 0,6–1,3°C в планетарном масштабе и уменьшение количества осадков привели к резкому сокращению количества горных ледников и площадей постоянного снежного покрова в мире. Согласно информации, представленной в журнале National Geographic, в начале прошлого века (до 1910 г.) в штате Монтана Соединенных Штатов Америки, насчитывалось 150 горных ледников. По наблюдениям 2007 г., из этих ледников осталось всего 27, а их площадь значительно уменьшилась [1].

По информации телеканала «Евроньюс» от 16.07.2022, площадь ледников на Кавказе уменьшилась на 320 км², а высота их распространения достигла 4000 м. По подсчетам специалистов, площадь постоянных ледников и снежного покрова уменьшается на 1% в год. Однако, по последним прогнозам, если температура на Земле повысится таким образом, то через 10 лет ледники в горах Кавказа полностью растают и от первоначальных ледников не останется и следа.

С целью изучения климатических изменений и процессов, происходящих в горных ледниках Азербайджана, на основе многолетних наблюдений, проведенных на метеостанциях Шахдаг (2712 м), Базардюзю и Туфандаг (4172 м), установлено, что в период 1986–2011 гг. площадь ледника на Шахдаг уменьшилась на 17 га, а на Туфандаг и Базардюзю площадь ледников уменьшилась на 4 га. После 2015 г. интенсивность таяния ледников увеличилась и язык ледников отступил на 10–13 м по сравнению с предыдущими годами [2].

По данным до 2008–2010 гг. площадь ледников Тянь-Шаня уменьшилась на 8,6–23,0%, площадь Альпийских ледников уменьшилась на 18%, а масса ледников на Эльбрусе

уменьшилась на 40%. По данным метеорологических наблюдений, площадь Арктики за 2 года (2007–2009 гг.) уменьшилась на 16% [2].

Повышение температуры в мире уменьшило площадь постоянных ледников и привело к уменьшению водности рек. Это даже привело к высыханию нескольких рек. Это объясняется тем, что реки питаются горными ледниками вместе с атмосферными осадками, выпадающими в разное время года. В весенне-летний период нижний слой горных ледников постепенно тает и подземные воды питают реки, создавая в них течение и не давая рекам пересыхать в жаркие месяцы. Исследования показывают, что существует прямая зависимость между речным стоком и температурой, а речной сток функционально зависит как от температуры, так и от осадков. Повышение температуры усиливает испарение, что приводит к уменьшению уровня грунтовых вод, а в последующем и рек, или к полному прекращению стока. Анализы показывают, что сохраняется следующая пропорциональная зависимость между испарением и температурой:

$$\frac{E_t}{E_{nor}} = \frac{T_t}{T_{nor}}, \quad (4)$$

где E_t — количество испарения в любой интервал времени t ; E_{nor} — средняя многолетняя транспирация до изменения климата; T_t — средняя многолетняя температура, обусловленная изменением климата в последние годы; T_{nor} — средняя многолетняя норма температуры до климатических изменений.

Для определения изменения (увеличения или уменьшения) испарения находим значение E_t из уравнения (4):

$$E_t = \frac{T_t}{T_n} E_n, \quad (5)$$

где все знаки те же, что и в предыдущих формулах.

По предложению Всемирной метеорологической организации необходимо определить среднюю многолетнюю норму температуры T_{nor} по наблюдаемым температурам за 1961–1990 годы. Так резких изменений климатических факторов за эти годы не произошло. Но в последние годы, в основном после 1990 г., климатические факторы резко изменились. В частности, произошло повышение температуры, уменьшение количества осадков и неравномерное распределение по регионам.

В 1961–1990 годах средняя многолетняя норма температуры воздуха в Азербайджане составляла $T_{nor}=12,3^\circ\text{C}$. В 1990–2015 гг. средняя многолетняя температура воздуха по стране составляла $T_t=13,0^\circ\text{C}$ [2].

В 1961–1990 гг. среднее многолетнее испарение по стране составляло $E_{nor}=545$ мм. Значение испарения в равнинных районах колебалось в пределах 1000–1400 мм, в горных районах — 100–525 мм [5].

Подставляя указанные фактические данные в формулу (5), получаем:

$$E_t = \frac{13,0}{12,3} \cdot 545 = 576 \text{ мм.}$$

Из расчета видно, что из-за повышения температуры количество испарения увеличилось на 31 мм ($576-545=31$ мм) или $310 \text{ м}^3/\text{га}$ каждый год. Поэтому происходит процесс постепенного уменьшения стока рек, а также ресурсов подземных вод. В стране

ежегодная потеря воды составила 2,68 млрд м³ ($V=\Omega \times E=8640000 \times 310=2,68 \times 10^9$ м³).

Итак, анализ характера климатических факторов показывает, что влияние температуры на речной сток и тесно связанное с ним испарение являются факторами второстепенными по сравнению с атмосферными осадками. Основное место в формировании речного стока (ресурсов) занимают атмосферные осадки.

Список литературы:

1. Həsənov S. T., Allahverdiyeva F. F. Qlobal iqlim dəyişikliyi: xronika, qlobal istiləşmə, səbəblər, əks baxışlar // Azərbaycan aqrar elmi. 2017. №4. səh. 106-114.
2. Mahmudov R. N. Müasir iqlim dəyişikliyi və təhlükəli hidrometeoroloji hadisələr. Bakı: Ziya, 2015. 232 s.
3. Abbasov V. N. Azərbaycanda iqlim amillərinin təbiətinin dəyişdirilməsi // "AzGiM" NPO-nun elmi məqalələr toplusu. 2019. V. 39. S. 231-235.
4. Куделин Б. И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. М.: Изд. МГУ, 1960. 344 с.
5. Cəfərli D.V. Türyançay-Girdimançay çaylararası təbii sərvətlərin və yeraltı su ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi // Bakı Universitetinin Xəbəri. 2019. №2. səh. 83-93.

References:

1. Gasanov, S. T., & Allakhverdieva, F. F. (2017). Global'nye izmeneniya klimata: khronika, global'noe poteplenie, prichiny vozniknoveniya, protivopolozhnye vzglyady. *Agrarnaya nauka Azerbaidzhana*, (4), 106-114. (in Azerbaijani).
2. Makhmudov, R. N. (2015). Sovremennye izmeneniya klimata i opasnye gidrometeorologicheskie yavleniya. Baku. (in Azerbaijani).
3. Abbasov, V. N. (2019). Izmenenie kharaktera klimaticheskikh faktorov v Azerbaidzhane. In *Sbornik nauchnykh trudov NPO "AzGiM"*, 39, 231-235. (in Azerbaijani).
4. Kudelin, B. I. (1960). Printsipy regional'noi otsenki estestvennykh resursov podzemnykh vod. Moscow. (in Russian).
5. Dzhafarli, D. V. (2019). Otsenka prirodnykh resursov i zapasov podzemnykh vod v mezhdurech'e Tyuryanchai-Girdimanchai. *Izvestiya Bakinskogo universiteta*, (2), 83-93. (in Azerbaijani).

*Работа поступила
в редакцию 10.04.2023 г.*

*Принята к публикации
17.04.2023 г.*

Ссылка для цитирования:

Агвердиева Д. А. Причины уменьшения стока рек в Азербайджане // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №5. С. 120-126. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/90/14>

Cite as (APA):

Hagverdiyeva, J. (2023). Causes for Reducing Rivers Runoff in Azerbaijan. *Bulletin of Science and Practice*, 9(5), 120-126. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/90/14>

