

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕКИ КАРАСУВ В РАЗЛИЧНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

**Фатхуллоев Алишер Мирзотиллоевич – профессор,
Хамрокулов Жасуржон Сайли угли – ассистент,
Туйкулов Мироншох Ихтиёрвич – студент.**

Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Ташкент, Узбекистан.

Аннотация. В статье представлены результаты количественного анализа изменений в распределении стока реки Карасув по месяцам, фазам водного режима и сезонам в течение года под воздействием антропогенных факторов. Рассмотрено влияние средних многолетних данных о водопотреблении, атмосферных осадках, зарегистрированных на метеостанции, и температуре воздуха на водный режим реки. Особое внимание уделено оценке изменений длины и скорости стока в различных гидрологических условиях, включая многоводные и маловодные годы. Выявлены сезонные колебания стока и их связь с антропогенными воздействиями, что позволяет сделать выводы о тенденциях изменения гидрологического режима реки Карасув.

Ключевые слова: гидрологический режим, расход воды, метеостанция, температура воздуха, норма стока, многоводный год, сезонные колебания, маловодный год, антропогенное воздействие.

THE IMPACT OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON QUANTITATIVE CHANGES IN THE KARASU RIVER'S FLOW UNDER VARIOUS HYDROLOGICAL CONDITIONS

**Fatkhulloyev Alisher Mirzotilloevich – professor,
Khamrokulov Jasurjon Sayli ugli – assistant,
Tuykulov Mironshokh Ikhtiyorovich - student.**

"Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University, Tashkent, Uzbekistan.

Abstract. The article presents the results of a quantitative analysis of changes in the monthly, phase, and seasonal distribution of the Karasu River's flow throughout the year under the influence of anthropogenic factors. The study examines the impact of long-term average data on water consumption, atmospheric precipitation recorded at the meteorological station, and air temperature on the river's water regime. Special attention

is given to assessing changes in the length and velocity of the flow under various hydrological conditions, including wet and dry years. Seasonal fluctuations in flow and their connection with anthropogenic impacts are identified, allowing conclusions to be drawn about trends in the hydrological regime of the Karasu River.

Keywords: hydrological regime, water discharge, meteorological station, air temperature, flow rate, wet year, seasonal fluctuations, dry year, anthropogenic impact.

Введение. Известно, что при оценке любого водного бассейна необходимо учитывать гидрологические и климатические показатели, наличие населенных пунктов, сельскохозяйственных и промышленных предприятий, а также использование водных ресурсов [12].

В последние годы, в связи с расширением площадей орошаемых земель, освоением новых территорий и улучшением мелиорации сельскохозяйственных угодий, использование и управление водными ресурсами становятся всё более сложными. Развитие ирригации и промышленных предприятий, а также рост численности населения приводят к снижению запасов воды и ухудшению её качества в будущем [14].

Поэтому количественная оценка водных ресурсов, изучение гидрологических аспектов их эффективного использования и поиск конкретных решений имеют значительное научное значение [4].

В условиях растущей конкуренции за доступные водные ресурсы, необходима разработка комплексных стратегий управления, которые учитывают не только текущие потребности, но и долгосрочные прогнозы изменений в климате и экосистемах [15].

Основная часть. Река Карасув расположена в Ташкентской области. Её общая длина составляет 89,3 км, максимальная пропускная способность — 260 м³/с. Она охватывает территорию площадью 152,2 тыс. га, включая Юкори-Чирчикский, Паркентский, Ахангаранский, Урта-Чирчикский, Куйи-Чирчикский и Аккорганский районы. В реку Карасув впадают несколько притоков. Наиболее крупные из них - Кизилсай, Жузуруксай, Паркентсай, Самсараксай.



Рисунок 1. Участок РК 641+14 с Найманским гидроузлом на реке Карасув.

Со второй половины XX века влияние антропогенных факторов на сток рек в бассейне реки Карасув значительно усилилось. В этот период началось активное освоение новых земель, а также строительство крупных гидротехнических сооружений и каналов.

В результате река Карасув стала подчиняться воле человека, что привело к резкому уменьшению стока по всей ее длине. Этот эффект особенно заметен в нижнем течении реки. Снижение влияния возможных негативных последствий требует количественно точной оценки водных ресурсов и их эффективного использования в народном хозяйстве, что является одной из актуальных задач.

Материалы и методы. Первые практические исследования по оценке изменений речного стока по его длине относятся ко второй половине прошлого века [2]. Научную работу в этом направлении вели В.А. Шелутко, В.Е. Чуб, Ю.Н. Иванов, Ф.Е. Рубинова, Н.Л. Фролова, А.В. Сикан, А.Р. Расулов, С.М. Каримов, И.А. Шикломанов и другие ученые. Каждый исследователь изучал эту проблему с определенной стороны и приходил к выводам, соответствующим тематике его исследования.

Учитывая это, основной задачей статьи является оценка изменений величины стока между гидрологическими станциями ПК-9+20, ПК-133+00, Найман, Хантугон и Аккурган на реке Карасув на основе новых гидрометеорологических данных.

Полученные результаты. На основе собранных данных было проведено изучение изменений стока по длине реки Карасув, при этом река была разделена на пять учетных участков. Для каждого выбранного периода были рассчитаны средние расходы воды. По результатам расчетов был построен график изменения стока по длине реки Карасув во времени (рис. 1).

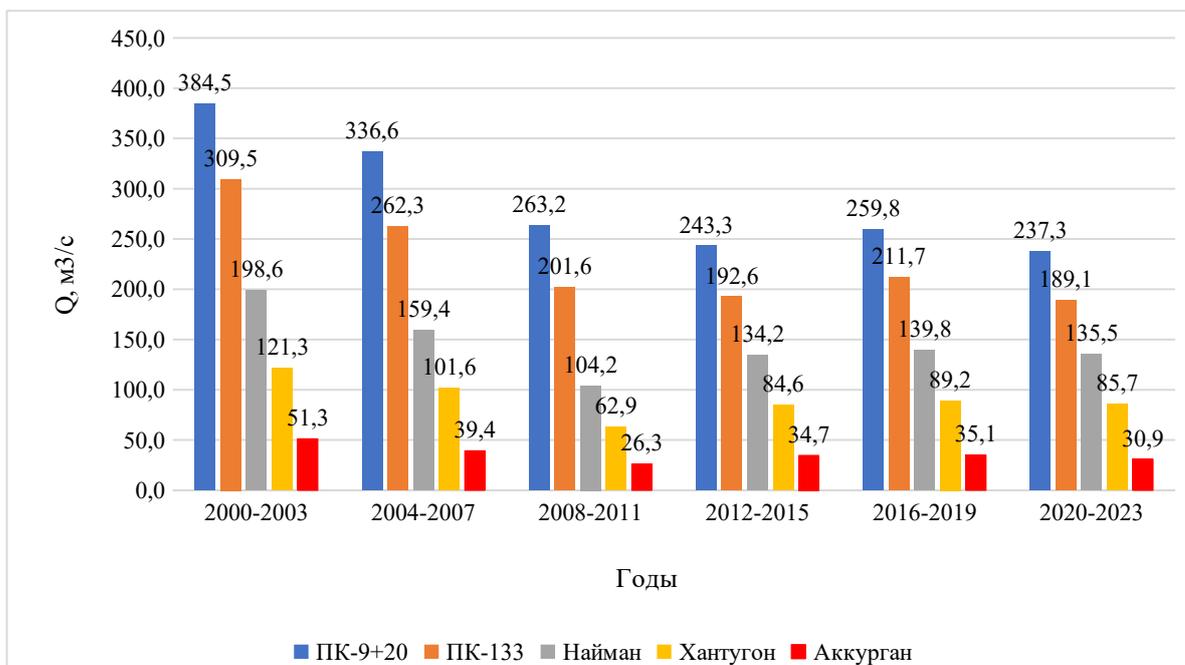


Рисунок 1. Изменение длины реки Карасув и расхода воды с течением времени

Как видно из графика, в 2000–2003 гг. величина стока на гидропосте ПК-9+20 Карасув составляла 384,5 м³/с или 12,1 км³, на ПК-133 — 309,5 м³/с (9,7 км³), на Наймане — 198,6 м³/с (6,2 км³), на Хантугоне — 121,3 м³/с (3,8 км³), и на Аккургане — 51,3 м³/с (1,6 км³). За этот период изменение объема стока между ПК-9+20 и Аккурганом составило 333,2 м³/с (10,5 км³).

Во втором учетном периоде, в 2004–2007 гг., в гидрологическом створе ПК-9+20 объем стока составил 336,6 м³/с (10,6 км³), что ниже показателей первого учетного периода. В створе ПК-133 объем стока снизился до 262,3 м³/с (8,2 км³), а в Наймане он уменьшился на 101,6 м³/с, или на 3,2 км³.

Следующий, а именно шестой отчетный период (2020–2023 годы) значительно отличается от предыдущих. В этот период на реке Карасув последовательно наблюдалась межень в 2020 и 2023 годах.

За этот расчетный период в гидрологическом посте ПК-9+20 объем стока уменьшился на 237,3 м³/с, что составляет 38%, в то время как в Аккургане снижение составило 30,9 м³/с (40%).

Следующие расчеты были сосредоточены на изменении стока между гидрологическими станциями ПК-9+20 и Аккурган, где расход (ΔQ), используемый в этой части реки, является ключевым фактором.

Таблица 1.

Изменение объема стока между гидрологическими станциями ПК-9+20 и Аккурган в период с 2000 по 2023 годы (м³/с, %).

Годы	ПК-9+20	Аккурган	$\Delta Q = Q_{\text{ПК-9+20}} - Q_{\text{о}}$	$Q_{\text{о}} / Q_{\text{ПК-9+20}} * 100 \%$
------	---------	----------	------------------------------------------------	----------------------------------------------

2003	384,5	51,3	333,2	13,34
2007	336,6	39,4	297,2	11,71
2011	263,2	26,3	236,9	9,99
2015	243,3	34,7	208,6	14,26
2019	259,8	35,1	224,7	13,51
2023	237,3	30,9	206,4	13,02

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает, что в период с 2000 по 2023 год средний сток реки Карасув составлял 13% от общего объема, поступающего с гидрологической станции ПК-9+20 до гидрологической станции Аккурган. Однако, начиная с 2007 года, наблюдаются существенные изменения в динамике стока, что требует более детального анализа.

На основании приведенных выше расчетов можно сделать следующие выводы. В результате значительного антропогенного воздействия объем потребляемой воды между гидрологическими станциями ПК-9+20 Карасув и Аккурган в среднем увеличился.

В последующих расчетах изменения длины реки и временных характеристик стока были разделены на отдельные пятилетние расчетные периоды. В данном случае изменение величины стока вдоль реки Карасув выразилось в процентах относительно показателей гидрологического поста ПК-9+20.

Изменение величины стока во времени было выражено в процентах по сравнению с первым периодом (2000–2004 гг.). Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Изменение объема стока за пятилетние отчетные периоды

Отчетные периоды	ПК-9+20		Аккурган	
	Q, м ³ /с	Изменение величины стока, % да	Q, м ³ /с	Изменение величины стока, % да

		по длине	по времени		по длине	по времени
1999-2003	488,25	100	100	68,15	16,0	100
2004-2008	397,08	100	81,3	61,24	15,4	89,8
2009-2013	321,5	100	65,8	48,32	15,02	70,8
2014-2018	315,16	100	64,5	39,25	12,4	57,5
2019-2023	312,75	100	64,0	33,14	10,5	48,5

На основании данных, представленных в таблице, был построен график процентного изменения разницы в расходе воды между гидрологическими постами ПК-9+20 и Аккурган за пятилетние учетные периоды (рис. 3).

Как видно из табличных данных, среднее изменение величины стока реки Карасув между расчетными периодами по длине реки относительно гидрологического поста ПК-9+20 на гидрологическом посту Аккурган составляет более 60%. В начальный период (1981–1990 гг.) величина стока составляла около 73,2%, в то время как в текущий период она снизилась до 13,8%.

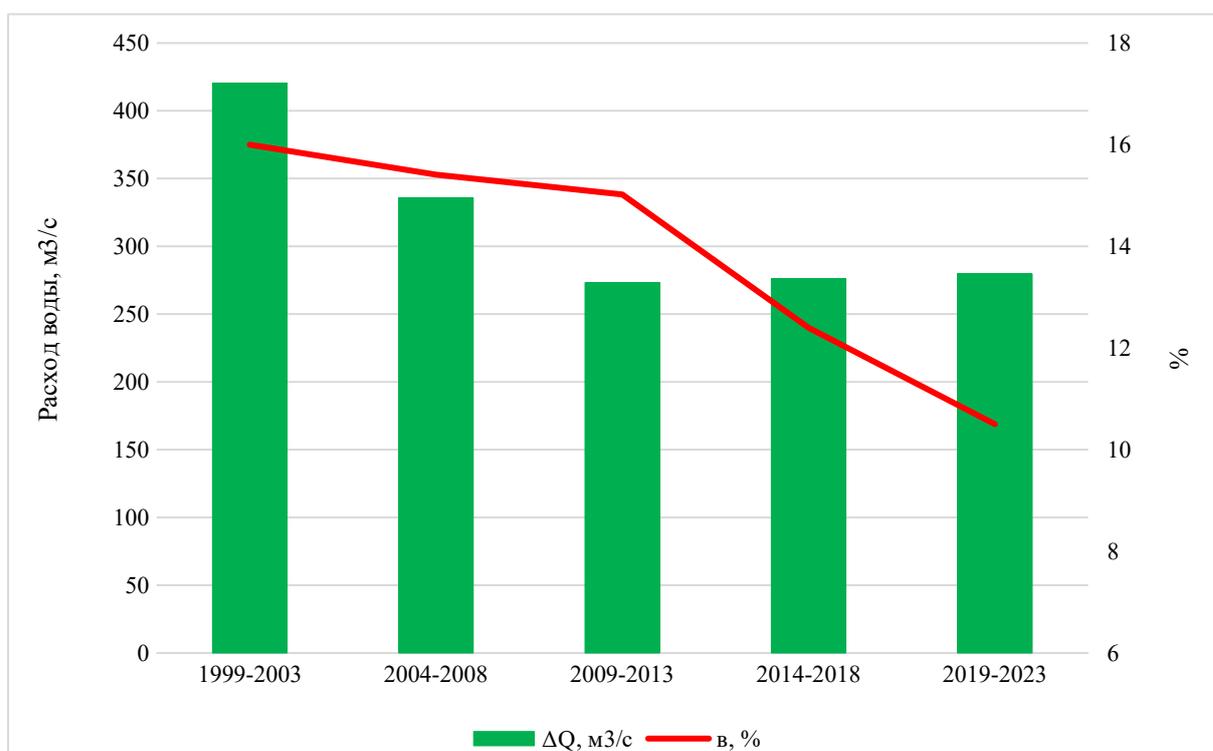


Рисунок 3. График процентного изменения разницы в расходе воды между гидрологическими постами ПК-9+20 и Аккурган за пятилетние отчетные периоды.

В целом, изменение величины стока между гидрологическими постами ПК-9+20 и Аккурган до 1990-х годов находилось в пределах нормы, однако в последующие годы наблюдалось снижение ниже установленной нормы.

Изменение стока реки во времени снизилось в среднем на 29% на гидрологическом посту ПК-9+20 и на 36% на посту Аккурган.

Дискуссия. Результаты исследования показывают значительное влияние антропогенных факторов на сток реки Карасув в период с 2000 по 2023 годы. Основные факторы сокращения стока — рост водопотребления, расширение орошаемых земель, строительство гидротехнических сооружений и изменения климата. С 2000 года сток реки уменьшился на 13%, что указывает на значительные потери воды из-за человеческой деятельности. Наибольшее сокращение стока наблюдается в нижней части реки, что подтверждает необходимость усиленного мониторинга водных ресурсов. Для эффективного управления водными ресурсами требуется продолжение исследований и внедрение методов регулирования водопотребления, а также стратегии устойчивого использования воды с учётом климатических изменений.

Заключение: В проведенных научно-исследовательских работах были учтены изменения стока реки Карасув под воздействием антропогенных факторов. Исследование выявило значительное влияние деятельности человека на гидрологический режим реки. Кроме того, анализ отдаленных данных позволил выявить следующие ключевые изменения:

- Изменения в сезонном распределении стока: Антропогенные факторы, такие как ирригация и управление водными ресурсами, привели к значительным изменениям в сезонном распределении стока реки Карасув. Это отразилось на изменении доли стока, происходящего в разные месяцы и фазы водного режима, что свидетельствует о нарушении естественного гидрологического круговорота воды в реке.

- Влияние водопотребления и климатических условий: Анализ количественных данных показал, что изменения расхода связаны со средним многолетним водопотреблением и климатическими условиями. Повышение температуры воздуха и изменение объема осадков существенно влияют на расход воды в реке, что подчеркивает необходимость учета этих факторов при планировании водопользования.

- Истощение водных ресурсов: Расширение орошаемых площадей и рост промышленного водопотребления привели к уменьшению водных ресурсов реки Карасув. Это подтверждается сокращением длины речного стока и снижением его максимальной пропускной способности, что может усугубить проблемы с водоснабжением в регионе в будущем.

Таким образом, исследование изменения стока реки Карасув под влиянием антропогенных факторов показало необходимость комплексного подхода к управлению водными ресурсами, включая оптимизацию водопользования в условиях изменения климата и принятие мер по защите водных ресурсов.

Список использованной литературы

1. Эдельштейн, К. К. Гидрология материков : учебное пособие для вузов / К. К. Эдельштейн — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024-297 с.
2. Фролова, Н. Л. Гидрология рек. Антропогенные изменения речного стока: учебное пособие для вузов / Н. Л. Фролова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 115 с.
3. Догановский А.М. Гидрология суши (общий курс). – СПб.: РГГМУ, 2012-524 с.
4. Шелутко В.А. Методы обработки и анализа гидрологической информации Учебно-методическое пособие. Санкт-Петербург: Издательство СПбГУ, 2007. — 192 с.
5. Абдиров Ч.А., Константинова Л.Г., Курбанбаев Е.К., Константинова Г.Г. Качество поверхностных вод низовьев Амударьи в условиях антропогенного преобразования пресноводного стока. – Ташкент: Фан. 1996. -112 с.
6. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. Л.: Гидрометеиздат, 1989 - 330 с.
7. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Л.: Гидрометеиздат. 1965. – 692с.
8. Железняков Г.В., Неговская Т.А., Овчаров Е.Е. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока. Москва “Колос”, 1984-431б.
9. Шелутко В.А. Численные методы в гидрологии: Учебное пособие. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 240 с.
10. Сикан А.В. Вероятностные распределения в гидрологии. Специальные главы теории и практики гидрологических расчетов: учебник. – СПб: РГГМУ, 2020– 286 с.
11. А.М. Фатхуллоев, Д.В. Назаралиев, А.И.Н. Мханна, Ж.С. Хамрокулов. Эксплуатационная гидрометрия. Учебник. Ташкент “BookoHolia” 2023–240 с.
12. Fatxulloev A., Namroqulov J., Gafarova A. Estimation of the influence of discounting water on the results of calculation of the annual concentration and the volume of runoff of biogenous substances of the Pskem river. E3S Web of Conferences 264, 03062 (2021) CONMECHYDRO - 2021 doi.org/10.1051/e3sconf/202126403062.
13. Хикматов Ф., Айтбаев Д., Аденбаев Б., Пирназаров Р. “Гидрологияга кириш” дарслик. Тошкент-2017
14. Fatxulloev, A., Gafarova, A., Namroqulov, J. (2021) “Improvement of water accounting for irrigation systems”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1030. doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012145
15. Fatxulloev, A., Gafarova, A., Namroqulov, J. Experimental studies of

determining the discharge coefficient of hydro gates. E3S Web of Conferences, 2021, 264, 03050. doi.org/10.1051/e3sconf/202126403050

16. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. -Ташкент: САНИГМИ. 2000. – 252 с