

DOI:10.26104/NNTIK.2023.55.17.008

Момуналиев Р.К.

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН ЫСЫК-КӨЛ ОБЛУСУНДАГЫ ЖУУКУ ДАРЫЯСЫНЫН НЕГИЗГИ ТОПОГРАФИЯЛЫК ЖАНА ГИДРОЛОГИЯЛЫК МҮНӨЗДӨМӨЛӨРҮ

Момуналиев Р.К.

ОСНОВНЫЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕКИ ДЖУУКУ ИССЫК-КУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

R. Momunaliev

THE MAIN TOPOGRAPHIC AND HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE JUUKU RIVER OF THE ISSYK-KUL REGION OF THE KYRGYZ REPUBLIC

УДК: 528.4:556

Макалада Кыргыз Республикасынын Ысык-Көл облусундагы Жууку дарыясынын физикалык-географиялык жайгашуусунун өзгөчөлүктөрү каралды. Жер үстүндөгү бурулуш чекиттеринин бийиктигинин картографиялык белгилери жана алардын координаттары эсептелген. Эң ысык жана эң суук айдын орточо температурасы эсептелинип, ошондой эле, июль жана январь айларындагы, жаан-чачындары эсептелинген. Дарыянын узатасынан профили курулуп, нугунун башынан Ысык-Көлгө куйганга чейинки аралыгы, ошондой эле изилденүүчү дарыянын үстүңкү жана сынган чекиттеринин ортосундагы аралык эсептелген. Гидрологиялык мүнөздөмөлөрдү баалоо үчүн калыбына келтирүүнүн гидрологиялык аналогия методу менен суунун чыгымдарынын катарларын калыбына келтирүү иши жүргүзүлдү. Калыбына келтирилген маалыматтар боюнча суунун статистикалык катарларынын графиги, орточо айлык маалыматтар боюнча дарыянын гидрографы түзүлдү, суунун орточо жылдык чыгымы, дарыянын жылдык агымынын вариациясынын жана асимметриясынын коэффициенттери жана суунун чыгымдары берилген камсыздалуунун статистикалык ыктымалдыгынын P%-ик чыгымы эсептелдинди.

Негизги сөздөр: Жууку дарыясы, Жууку дарыянын профили, координаттык белгилер, гидрологиялык аналогия, корреляция коэффициенти, асимметрия коэффициенти, гидрологиялык мүнөздөмө, эсептик агым, картография, гидрограф.

В статье рассмотрены особенности физико-географического расположения реки Джууку Иссык-Кульской области Кыргызской Республики. Рассчитаны картографические отметки высот поверхностных переломных точек и их координаты. Подсчитан средняя температура самого жаркого и самого холодного месяца, также осадки за июль и январь месяцев. Построен продольный профиль реки и подсчитано расстояние русла от истоков до впадения реки в озеро Иссык-Куль, также расстояние между поверхностными и переломными точками исследуемой реки. Для оценки гидрологических характеристик проведено восстановление рядов расходов воды методом гидрологической аналогии восстановления. По восстановленным данным построен график статистических рядов воды, по среднемесячным данным построен гидрограф реки, подсчитан среднегодовой расход воды, коэффициент вариации и асимметрии годового стока реки и расходы воды статистического вероятности P% заданной обеспеченности.

Ключевые слова: река Джууку, профиль реки Джууку, координатные отметки, гидрологическая аналогия, коэффициент корреляции, коэффициент асимметрии, гидрологическая характеристика, расчетный расход, картография, гидрограф.

The article considers the features of the physical and geographical location of the Juuku River in the Issyk-Kul region of the Kyrgyz Republic. The cartographic elevation marks of the surface tipping points and their coordinates are calculated. The average temperature of the hottest and coldest month is calculated, as well as precipitation for the months of July and January. The longitudinal profile of the river is constructed and the distance of the riverbed from the sources to the confluence of the river into Lake Issyk-Kul is calculated, as well as the distance between the surface and tipping points of the river under study. To assess the hydrological characteristics, the restoration of water flow series by the method of hydrological analogy of restoration was carried out. According to the recovered data, a graph of statistical series of water is constructed, a hydrograph of the river is constructed according to the average monthly data, the average annual water consumption, the coefficient of variation and asymmetry of the annual flow of the river and the water consumption of statistical probability P% of a given security are calculated.

Key words: Djuuku River, Djuuku River profile, coordinate markers, hydrological analogy, correlation coefficient, asymmetry coefficient, hydrological characteristic, calculated, cartography, hydrograph.

Введение. Формирование стока реки определяется физико-географическими и климатическими факторами. Происходящее изменение климата влияет на изменение режима стока рек. Стоит важный острый вопрос орошения сельскохозяйственных земель, пополнения воды в озера, изучения атмосферных осадков и температуры в условиях изменения глобального климата и влияния его на гидросферу земли.

Объект исследования. Река Джууку протекает в Джети-Огузском районе Иссык-Кульской области, по северному склону хребта Тескей Ала-Тоо. Река протекает с юга на север по территории Иссык-Кульского биосферного заповедника [5,6]. В истоках р. Джууку на высоте 4000-4500 м над уровнем моря имеются ледники и несколько небольших озёр. Самый крупный приток – р. Джуукучак, впадает в реку в среднем течении. Долина р. Джууку образует глубокое ущелье V-образной формы. Высотные отметки реки изменяются от 4500 до 1610 м над уровнем моря. Бассейн реки характеризуется большими уклонами $I_{cp}=0,041$ (41‰) [3,8].

По сведениям рассматриваемому бассейну реки Джууку метеостанции “Кызыл-Суу”, расположенной

на высоте 1769 м, средняя температура самого жаркого месяца июля составляет в среднем $+17,5^{\circ}\text{C}$, а самого холодного месяца января – $-4,7^{\circ}\text{C}$. Режим

атмосферных осадков характеризуется наибольшим выпадением в июле месяце (51,9 мм), а наименьшие значения осадков приходится на январь (17,1 мм).

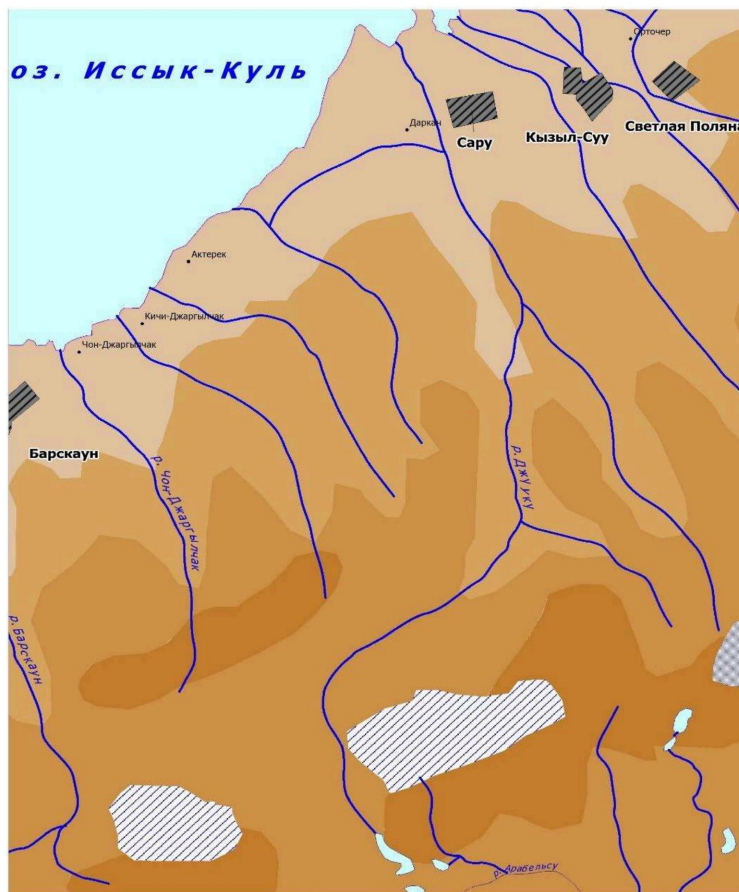


Рис. 1. Схема бассейна реки Джууку.

Цели и задачи исследования. Основной целью исследования является определение физико-географических условий реки Джууку, особенностей расположения реки, координатных и высотных отметок поверхностных переломных точек русла реки, расстояния между отметками, подсчет основных гидрологических характеристик реки для целей строительства искусственных сооружений, водопользования и вододеления.

Методы исследования и используемые данные. Для восстановления пропущенных наблюдений за расходами воды на гидропосту р. Джууку – устье был применен метод гидрологической аналогии [1] с использованием данных Гидрометеорологической службы при МЧС КР среднегодовых и среднемесячных расходов воды по гидропосту на р. Джууку в створе устья р. Джуукучак с 1937 по 2017 гг. Длительность периода наблюдений за расходами составил 81 год [3].

Также использованы данные по температуре и осадкам за 70 лет наблюдений на метеостанции «Кызыл-Суу».

Для построения профиля реки производилось по картографической съёмке: расстояний, координат и высот поверхностных переломных точек (отметок) от истока до устья реки. Для этого использовались топографические карты территории - листы К-43-60, К-43-72, К-43-84 масштаба 1:100 000 [10].

Графики устанавливаемых зависимостей между отдельными параметрами реки составлялись стандартными программами Grapher ®; координатные отметки вычислялись программами Mapinfo, ArcGIS pro и Microsoft Office Excel.

Результаты. Для *восстановления наблюдений за расходами* на р. Джууку была подобрана река-аналог [1, 9, 12]. Для этой цели использованы данные по 26 гидропостам Иссык-Кульского бассейна. Рекой-аналогом ($R=0,74$) была выбрана р. Туура-Суу. По уравнению регрессии между годовыми расходами реки Джууку и р. Туура-Суу восстановлены пропущенные расходы воды за 5 лет. После восстановления ряд годовых расходов воды составил 86 лет. По восста-

новленным данным был проанализирован гидрологический режим реки.

В гидрологическом режиме наблюдаются два периода фазы: половодье и межень. Так в половодье

наблюдается *гребенчатый вид* гидрографа (рис 2)., на таких реках наблюдается повышенный сток в летний период и сравнительно низкий сток зимой, который продолжается до следующего половодья.

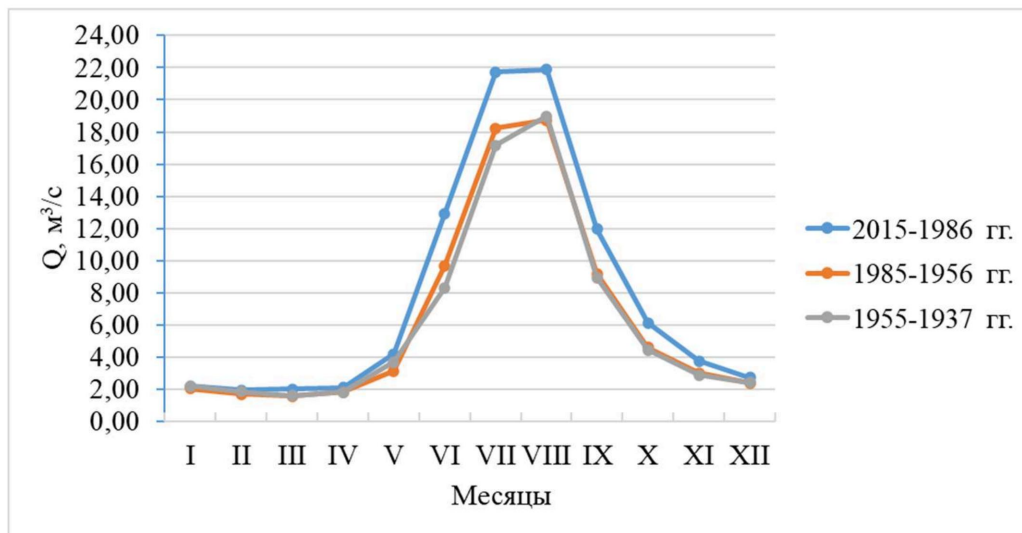


Рис. 2. Гидрограф реки Джууку в створе устья реки Джуукучак.

Среднегодовые расходы воды разделены по группам, каждая по тридцать лет, с 1986 по 2015 гг., с 1956 по 1985 гг., и с 1937 по 1955 гг. В сравнении между собой сумм среднегодовых расходов воды видно, что за последние 30 лет сток реки Джууку увеличился на 8,05%

По данным [3] за 38-летний период наблюдений (1942-1980гг.) на гидропост р.Джууку - устье р.Джуукучак длительность периода половодья составляет 97-183 дня. Даты наступления и окончания половодья для конкретного года сильно отличаются и определяются метеорологическими условиями года. Самая ранняя дата начала половодья – 8 апреля (1978 г.), а

самая поздняя – 8 июня (1948 г.). С момента начала половодья расходы воды постепенно возрастают, достигая максимума в конце июля, наибольший суточный расход 65 м³/с зафиксирован 19 июля 1980. Период половодья совпадает с наиболее жарким периодом года, и сток его хорошо коррелируется с суммами положительных температур воздуха [3,11,12]. В питании реки в этот период участвуют талые снеговые и ледниковые воды. В период половодья осуществляется 63-84% годового стока.

Основные морфометрические и гидрографические характеристики реки по опубликованным данным сведены в таблице 1 [3,4,8].

Таблица 1

Основные характеристики реки Джууку

Период наблюдений, год, <i>n</i>	Длина реки, <i>L</i> , км	Сред. высота водосбора, <i>м</i>	Площадь водосбора, <i>F</i> км²	Средний уклон <i>J</i> _{ср} , ‰	Оледенение, %	Тип питания, <i>δ</i>	Коэффициент вариации, <i>C_v</i>	Коэффициент асимметрии, <i>C_s</i>
86	63	3290	516	41	10	2,85	0,19	0.38

Изменчивость стока реки характеризуется *коэффициентом вариации* *C_v*, который определяется по формуле:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum(k_i - 1)^2}{n-1}}; \quad (1)$$

где *k_i* – модульный коэффициент рассматриваемой гидрологической характеристики; *n* – сумма лет гидрометрической наблюдений, лет.

Коэффициент вариации р. Джууку незначительный (*C_v*=0,19), что говорит о малых колебаниях средних расходов. Для рек Кыргызстана отмечается зависимость коэффициента вариации *C_v* от типа питания [6,7,8]. Малые колебания стока р. Джуукучак подтверждают участие в формировании стока ледниковых вод. Многолетний ход среднегодовых годовых расходов воды реки Джууку за 86 лет представлен на рисунке 3.

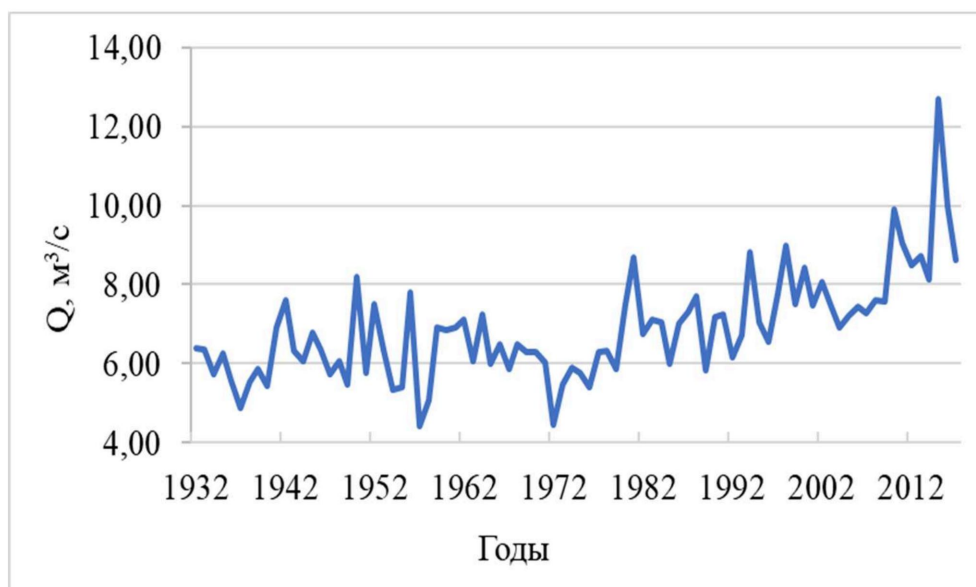


Рис. 3. Многолетний ход среднегодовых расходов реки Джууку.

Из рисунка 3 видно, что среднегодовые расходы изменяются в течение времени. Наименьший годовой расход воды наблюдался в 1954 г. и составил 4,43 м³/с. Наибольший годовой расход воды наблюдался в 2015 г. и составил 12,70 м³/с. Среднее значение годового расхода воды за период 86 лет составил 6,88 м³/с. Причем отмечается увеличение стока за последние годы, что скорее всего связано с ускорением таяния ледников в регионе.

Статистические характеристики реки позволяют определить расходы воды различной обеспеченности (рис. 4 и табл. 2) [2,8,11].

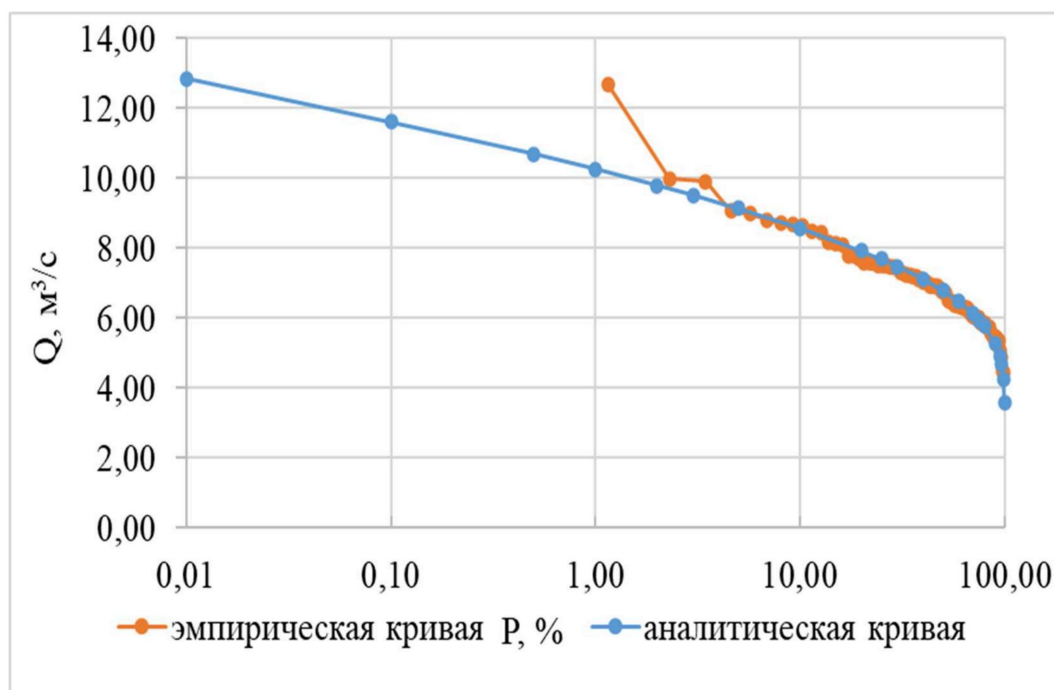


Рис. 4. Кривые обеспеченности средних расходов реки Джууку.

Таблица 2

Расчетные расходы воды р. Джууку заданной обеспеченности

Река	Расход воды различной Р обеспеченности %, м³/с										
P%	0,01	0,1	0,5	1	2	3	5	10	20	25	30
Q, м³/с	12,84	11,61	10,69	10,25	9,80	9,52	9,14	8,58	7,94	7,69	7,49
P%	40	50	60	70	75	80	90	95	97	99	99,9
Q, м³/с	7,12	6,79	6,48	6,14	5,96	5,78	5,29	4,91	4,68	4,25	3,59

Для создания *профиля реки* были определены координатные отметки и расстояния по траектории русла реки через каждые 40 м по высоте (табл. 3).

Таблица 3

Отметки картографических показателей реки Джууку

№	Отметки земли над уровнем моря Н, м	Координатная сетка		Расстояния L, км	№	Отметки земли над уровнем моря Н, м	Координатная Сетка		Расстояния L, км
		Долгота E	Широта N				Долгота E	Широта N	
1.	3600	77°50'22"	41°56'28"	0	26.	2600	77°56'12"	42°3'59"	19,790
2.	3560	77°50'16"	41°56'36"	290	27.	2560	77°56'46"	42°4'39"	21,300
3.	3520	77°50'15"	41°56'41"	440	28.	2520	77°57'18"	42°5'19"	24,980
4.	3480	77°50'15"	41°56'44"	530	29.	2480	77°57'24"	42°6'14"	27,110
5.	3440	77°50'16"	41°56'47"	630	30.	2440	77°57'25"	42°7'1"	28,600
6.	3400	77°50'15"	41°56'52"	800	31.	2400	77°57'10"	42°7'42"	29,910
7.	3360	77°50'14"	41°56'57"	960	32.	2360	77°57'1"	42°8'10"	30,820
8.	3320	77°50'12"	41°57'5"	1,210	33.	2320	77°57'5"	42°8'34"	31,570
9.	3280	77°50'23"	41°57'46"	2,560	34.	2280	77°56'57"	42°8'49"	32,090
10.	3240	77°50'20"	41°57'59"	2,960	35.	2240	77°57'15"	42°9'15"	33,050
11.	3200	77°50'14"	41°58'5"	3,190	36.	2200	77°57'9"	42°9'38"	33,780
12.	3160	77°50'12"	41°58'12"	3,410	37.	2160	77°57'5"	42°10'13"	34,940
13.	3120	77°50'11"	41°58'17"	3,590	38.	2120	77°57'29"	42°11'11"	37,190
14.	3080	77°49'54"	41°58'39"	4,660	39.	2080	77°57'31"	42°11'24"	37,570
15.	3040	77°49'43"	41°58'53"	5,180	40.	2040	77°57'42"	42°12'7"	39,030
16.	3000	77°49'35"	41°59'3"	5,550	41.	2000	77°57'56"	42°12'44"	40,340
17.	2960	77°49'26"	41°59'24"	6,250	42.	1960	77°57'35"	42°13'27"	41,820
18.	2920	77°49'22"	41°59'40"	6,750	43.	1920	77°56'33"	42°14'48"	44,800
19.	2880	77°49'31"	42°0'15"	7,900	44.	1880	77°56'7"	42°15'12"	45,880
20.	2840	77°50'13"	42°0'51"	9,400	45.	1840	77°55'29"	42°15'53"	47,560
21.	2800	77°50'57"	42°1'24"	10,900	46.	1800	77°54'41"	42°17'28"	49,480
22.	2760	77°51'53"	42°1'47"	12,400	47.	1760	77°54'31"	42°18'3"	50,610
23.	2720	77°52'57"	42°2'20"	14 290					
24.	2680	77°54'10"	42°2'48"	16,180					
25.	2640	77°54'59"	42°3'12"	17,560				Всего	50,610

Из таблицы 3 видно, что падение высот всей реки составило 1840 м, длина реки - 50,610 км. Сорок семь характерных точек на реке были определены расчетным путем и по этим расчетным данным построен профиль реки (рис. 5).

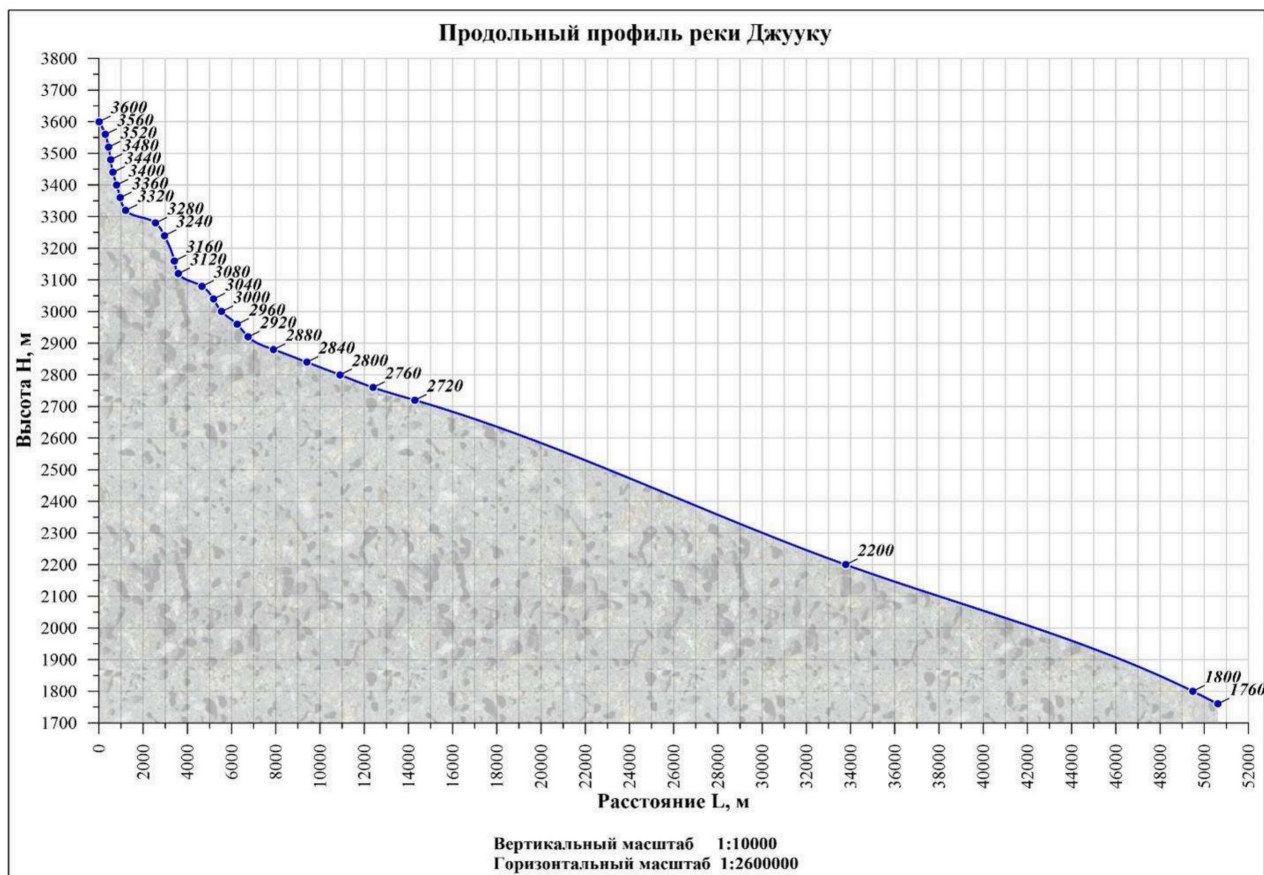


Рис. 5. Профиль реки Джууку.

Как видно из рисунка 5, профиль реки Джууку – вогнутая кривая. Такой профиль реки называют **равновесным**, он характеризуется большими уклонами в истоках и меньшими уклонами в нижней части реки. На расстоянии 1,21-3,59 км от истока реки на профиле отчетливо видна ступень, которая характеризуется участком с малым уклоном и затем резким падением. Наличие ступени говорит о нахождении в этой зоне трудно размываемых скальных выходов. Отличие длины реки от приведенных в таблице 1 данных объясняется неопределенностью построения профиля в устьевой части реки перед впадением в озеро Иссык-Куль.

Выводы. Проведенные исследования позволили уточнить топографические и гидрологические характеристики реки Джууку. С помощью картографических измерений оценена длина реки ($L=50,6$ км) и падение её высот (1840 м). Подсчитана средняя температура и атмосферные осадки за последние 70 лет (средняя температура июля $+17,5^{\circ}\text{C}$, января $-4,7^{\circ}\text{C}$). Режим атмосферных осадков характеризуется наибольшим выпадением в июле (51,9 мм), а наименьшим в январе (17,1 мм).

Рассчитаны основные гидрологические характеристики реки Джууку по восстановленным расчетным

путем данным гидрологических наблюдений. Построен график многолетнего хода средних расходов воды, кривые обеспеченности средних расходов воды и построен гидрограф реки за каждые 30 лет. Подсчитана разница сумм среднегодовых расходов воды за последние 30 лет и получено увеличение стока реки Джууку на 8,05%.

Среднегодовой расход воды составил $Q_{\text{ср}}=6,88$ м³/с, коэффициент изменчивости $C_v=0,19$ и коэффициент асимметрии $C_s=0,38$. Рассчитаны расходы воды различной обеспеченности. Полученные в работе гидрологические, гидрографические и морфометрические характеристики реки используются для проектирования инженерных объектов на реке, при планировании водохозяйственных мероприятий и для других целей.

Литература:

1. Бажанова Л. В. Оценка гидрологического мониторинга и восстановление стока рек методом парной корреляции / Л.В. Бажанова. // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. - 2018. - № 3. - С. 134-140.
2. Водные и гидроэнергетические ресурсы Кыргызстана в условиях изменения климата. - Б., 2022. - 400 с.
3. Государственный водный кадастр. Многолетний данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. XI.

- Киргизская ССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 450 с.
4. Гидротехнические сооружения для малой энергетики горно-предгорной зоны. Н.П. Лавров, О.В. Атаманова, Г.П. Фролова и др. Под ред. Н.П. Лаврова. - Бишкек: ИД «Салам», 2009. - 504 с.
 5. Маматканов Д.М., Бажанова Л.В., Романовский В.В. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. - Бишкек: Илим, 2006. - 276с.
 6. Маматканов Д. М., Бажанова Л. В., Кузьмиченок В. А. и др. Влияние изменений климата на горную экосистему Тянь-Шаня (на примере Иссык-Кульского и Чуйского бассейнов). - Бишкек: «НУР-АС», 2014. - 524 с.
 7. Ресурсы поверхностных вод СССР Том 14 Средняя Азия. Вып. 2 Бассейны оз. Иссык-Куль и рек Чу, Талас, Тарим. - Л., Гидрометеиздат. 1973. - 309 с.
 8. Романовский В.В., Маматканов Д. М., Кузьмиченок В.А., Подрезов О. Всё об озере Иссык-Куль. - Бишкек, 2014. - 444 с.
 9. СП 33-101-2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик. - М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004.
 10. Топографические планшеты номенклатур К-43-60, К-43-72, К-43-84.
 11. Момуналиев Р.К., Петренко В.А., Ершова Н.В. Основные физико-географические и гидрологические показатели реки Джуюку Иссык-Кульской области Кыргызской Республики. / Журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология». - Душанбе, №4(2). - 2022.
 12. Стрижанцева О.М., Момуналиев Р.К. Проявление климатических изменений в Таласском гидрологическом бассейне / О.М. Стрижанцева Р.К. Момуналиев // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. - 2021. - № 4. - С. 135-140. - DOI 10.26104/NNTIK.2019.45.557. - EDN CBHSVY.