

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕКИ ДЖУУКУ ИССЫК-КУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Момуналиев Р.К., Петренко В.А., Еришова Н.В.¹

Институт водных проблем и гидроэнергетики

Национальной академии наук Кыргызской Республики,

¹Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина

Аннотация: в исследовании приведены особенности физико-географического расположения реки Джуюку Иссык-Кульской области Кыргызской Республики, рассчитаны картографические отметки высот поверхностных переломных точек и их координаты.

Подсчитаны средняя температура самого жаркого и самого холодного месяца, также осадки за июль и январь.

Построен продольный профиль реки и посчитано расстояние русла от истоков до впадения реки в озеро Иссык-Куль, также расстояние между переломными точками реки.

Для расчета гидрологических характеристик пропущенных рядов расходов воды использовался метод гидрологической аналогии восстановления и на этой основе восстановлены среднегодовые расходы реки, рассчитаны коэффициенты асимметрии и изменчивости, построен график статистических рядов воды, также график статистической вероятности $P\%$ и подсчитан их расчётный расход.

Ключевые слова: расходы реки, среднегодовые расходы, профиль реки Джуюку, переломные точки земли, координатные отметки, тип реки, расстояние реки, Река Джуюку, Жууку, озеро Иссык-Куль, коэффициенты асимметрии и изменчивости, метод гидрологической аналогии, график статистических рядов воды, гидрологическая характеристика, расчетный расход, картография, Тескей-Ала-Тоо, Джуюк-чак, Ашу-Кашка-Су, ущелье Джуюку, средняя температура, коэффициент парной корреляции.

Введение. В современном мире всегда стоит остро вопрос проведения учета водопользования, орошения сельскохозяйственных земель, пополнения воды в озера, изучение атмосферных осадков и температуры в условиях изменения климата и его соответствующее влияние на гидросферу. Всё это приводит к проведению контроля за расходами воды в реках, вести учет за атмосферными осадками, прогнозировать их на перспективу и строить различные водосберегающие сооружения с применением

современных технологий для сохранения и сбережения запасов водных ресурсов.

Объект исследования. В Джети-Огузском районе Иссык-Кульской области есть уникальная горная река Джуюку, протекающая по северному склону Тескей-Ала-Тоо который охватывает с юга на север территорию Иссык-Кульского биосферного заповедника [3,4]. В истоках реки Джуюку на высоте 4000 – 4500 м над уровнем моря имеются ледники и несколько озёр. По мере протекания реки Джуюку в нее впадает несколько притоков.

Основные притоки Джууку это река Джуукучак и Ашу-Кашка-Суу. Самый крупный приток - река Джуукучак, впадает в реку в среднем течении.

Изучаемая река Джууку находится в глубоком ущелье хребта Тескей Ала-Тоо. Ущелье Джууку расположено на высотах 1800 – 4500 метров над уровнем моря. Бассейн реки относится к собственно горной части территории и характеризуется большими уклонами $J_{ср}=41\%$ [1,2,3].

По сведениям ближайшей к рассматриваемому бассейну р. Джууку метеостанции “Кызыл-Суу”, которая расположена на высоте 1769 м, средняя температура самого

жаркого месяца июля составляет в среднем $+17,50^{\circ}\text{C}$, а самого холодного месяца января – $-4,70^{\circ}\text{C}$. Режим атмосферных осадков характеризуется наибольшим выпадением в июле месяце (51,9 мм), а наименьшие значения осадков приходится на январь (17,1 мм).

Река Джууку является важным значимым источником в первой очереди для пополнения воды озера Иссык-Куль, а в вегетационный период для орошения сельскохозяйственных земель.

Заканчивается река Джууку при впадении в озеро Иссык-Куль на южном берегу вблизи села Сару (рис. 1).

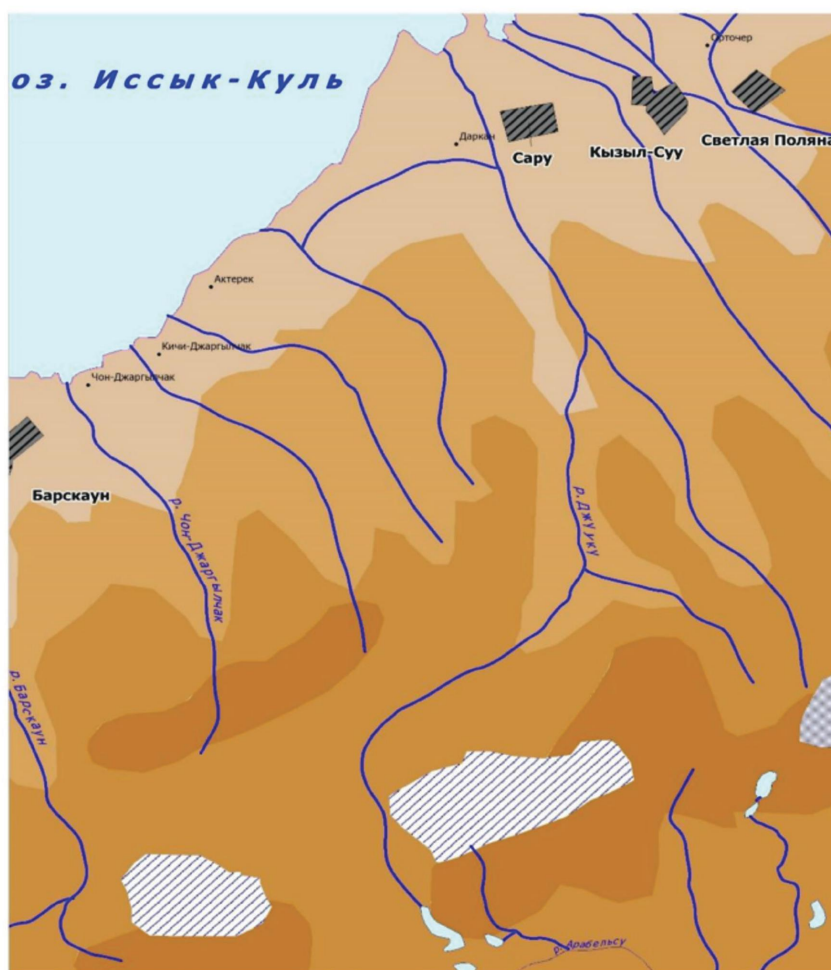


Рис.1 – Карта бассейна реки Джууку.

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, подсчёт основных гидрологических характеристик реки

для целей строительства искусственных сооружений, водопользования, вододеления и для туристической деятельности.

Методы исследования и используемые данные. Использованы данные наблюдений за среднегодовыми расходами воды Гидрометеорологической службы при МЧС КР по гидропосту на р. Джууку в створе устья р. Джуукучак с 1937 по 2017 гг., период наблюдения за расходами 81 год [2]. Также использованы данные по температуре и осадкам за 70 лет наблюдений на метеостанции «Кызыл Суу».

Для построения профиля реки производилась картографическая съёмка расстояний от истока, координат и высот поверхностных переломных точек (отметок) по траектории русла. Для этого использовались топографические карты территории - листы К-43-60, К-43-72, К-43-84 масштаба 100 000 [9].

Графики составлялись стандартными программами Grapher®, координатные сетки вычислялись программами Mapinfo, ArcGIS pro и Microsoft Office Excel.

Для восстановления пропущенных наблюдений (несколько лет) были использованы метод гидрологической аналогии в соответствии с нормативным документом СП 33-101-2003г. [6].

Результаты. Для восстановления наблюдений за расходами на реке Джууку при-

менялась река-аналог Турасу. Река Турасу имеет репрезентативный ряд наблюдений равный 64 года. Коэффициент парной корреляции составляет $K=0,74$., По формуле уравнения регрессии Джууку $y=1,3576x+3,4281$ были восстановлены пропущенные ряды показателей расходов реки. После восстановления данных реки Джууку составил 86 лет. Из них с 1932 г. по 1936 гг. восстановлены (5 лет) [10,11,12].

В гидрологическом режиме реки наблюдаются два периода: половодье и межень. Половодье реки Джууку начинается весной апрель-май и заканчивается осенью во второй половине сентября. Наибольший расход воды происходит в середине года, в основном июле-августе. Продолжительность половодья реки около 120-140 дней, за этот промежуток времени сток воды составляет от годового стока 70-80% [1,2,3,4].

Осенью после прекращения таяния снегов, наступает межень - октябрь месяц. В зимний период количество воды в реке уменьшается до марта – апреля [1,2].

Наибольший сток реки Джууку приходится на август (VIII), что составляет более 77% расхода воды в годовом разрезе.

По изученным литературным источникам [1,2,3] также были рассчитаны основные характеристики реки таблица 1.

Таблица 1.

Основные характеристики реки Джууку

Река	Число лет наблюдений год, n	Длина реки, L км	Сред. высота водосбора, м	Площадь водосбора, F км ²	Средний уклон J _{ср} , ‰	Оледенения, %	Тип питания, δ	Коэффициент вариации, C _v	Коэффициент асимметрии, C _s
Джууку	86	63	3290	516	41	10	2,85	0,19	0.38

По классификации составленной В.Л. Шульцем, исследуемая река Джууку относится ледниково-снеговому типу питания ($\delta=2,85$ – отношение стока за июль - сен-

тябрь к стоку за март-июнь). Для уточнения типа питания были определены и другие характеристики реки, которые показаны в таблице 2 [1,3].

Таблица 2.

Характеристики используемые для определения типа питания реки

№ п.п.	Река	Сред. высота водосбора, м	δ (отношение стока за VII-IX к стоку за III-VI)	W VII-IX (сток за III-VI в % от годового)	Месяц с наибольшим стоком
Река ледниково-снегового питания					
1	Джууку	3290	2,85	77	VIII

К группе рек ледниково-снегового питания относится река Джууку. Расходы воды на р. Джууку формируют своё питание в основном от таяния ледников и снегов высоких гор, также частично от дождевых вод, при этом дождевые осадки накладываются как на талые воды, так и на питание подземных вод. Оледенение в верховьях гор в истоках реки составляет около 10%. Режим атмосферных осадков и температуры воздуха также влияют на режим стока реки в течение года [4,5,7].

Изменчивость стока реки характеризуется коэффициентом вариации C_v , которая 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 гидрометрических наблюдений, лет.

Расчет изменчивости стока реки Джууку показал, что $C_v = 0,19$. Такое C_v незначительное, что говорит о малых колебаниях средних расходов из года в году. Для рек Кыргызстана отмечается зависимость коэффициента вариации C_v от типа питания [1,2,3].

Многолетний ход расходов воды реки Джууку за 86 лет представлен на рис. 2.

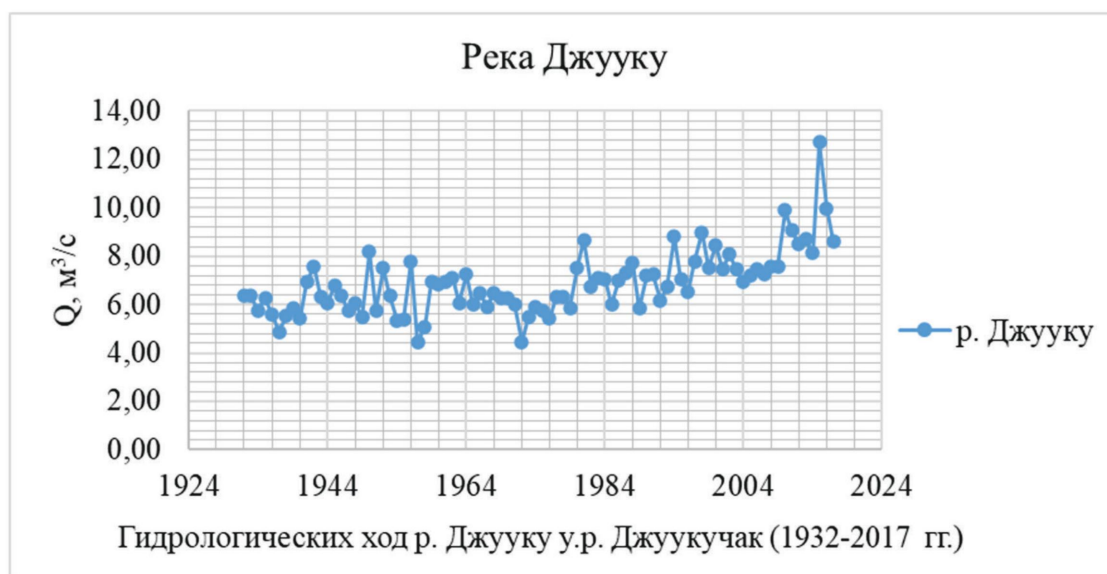


Рис. 2 – Многолетний ход расходов воды реки Джууку.

Из рис. 2 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 наблюдений 86 лет составил 6,88 м³/с. Причем отмечает-

ся увеличение стока за последние годы, что скорее всего связано в ускорением таяния ледников в регионе.

Статистические характеристики реки позволяют определить расходы воды заданной обеспеченности [8].

Сделан расчет графика среднегодового статистического расхода воды по нормированному отклонению (рис. 3, табл. 3).

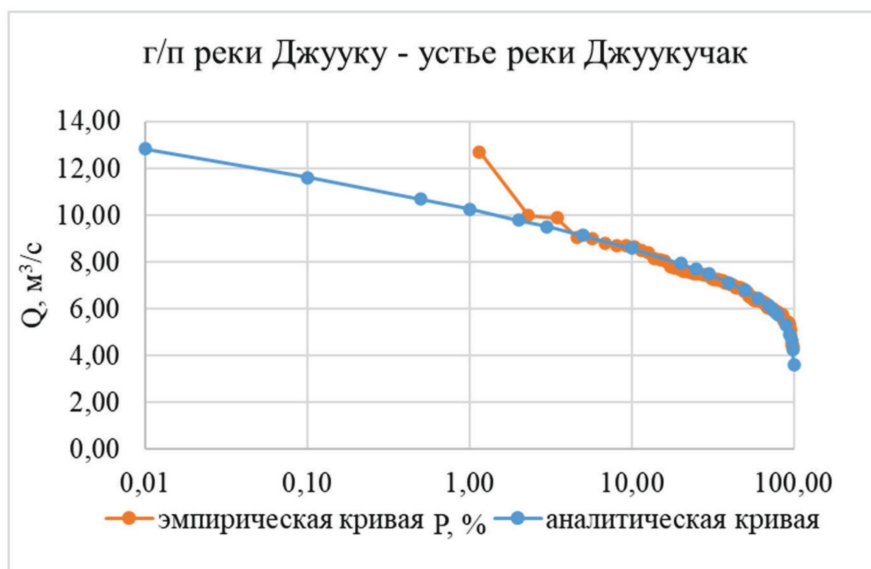


Рис. 3 – График среднегодового статистического расхода воды.

Таблица 3.

Модульные коэффициенты теоретических кривых обеспеченности $P\%$

Река	$Q_{\text{ср}}$ $\text{м}^3/\text{с}$	Расход воды различной P обеспеченности $\%, \text{м}^3/\text{с}$									
		0.1	1	10	25	50	75	90	95	99	99.9
Джууку	6,88	11,6	10,63	8,58	7,69	6,79	5,96	5,29	4,91	4,25	3,59
											C_v
											0,19

На следующем этапе был создан профиль реки. Для этого были определены ко-

ординатные отметки и расстояние по мере течения реки каждые 40 м по высоте (таб. 4).

Таблица 4.

Основные отметки картографических показателей реки Джууку

№	Отметки земли над уровнем моря $H, \text{м}$	Координатная сетка		Расстояния $L, \text{км}$	№	Отметки земли над уровнем моря $H, \text{м}$	Координатная Сетка		Расстояния $L, \text{км}$
		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

47 характерных точек на реке были определены расчетным путем и по этим данным построен профиль реки (рис. 4). Из таблицы

3 видно, что падение высот всей реки составило 1840 м, длина реки по дну составила 50,610 м.

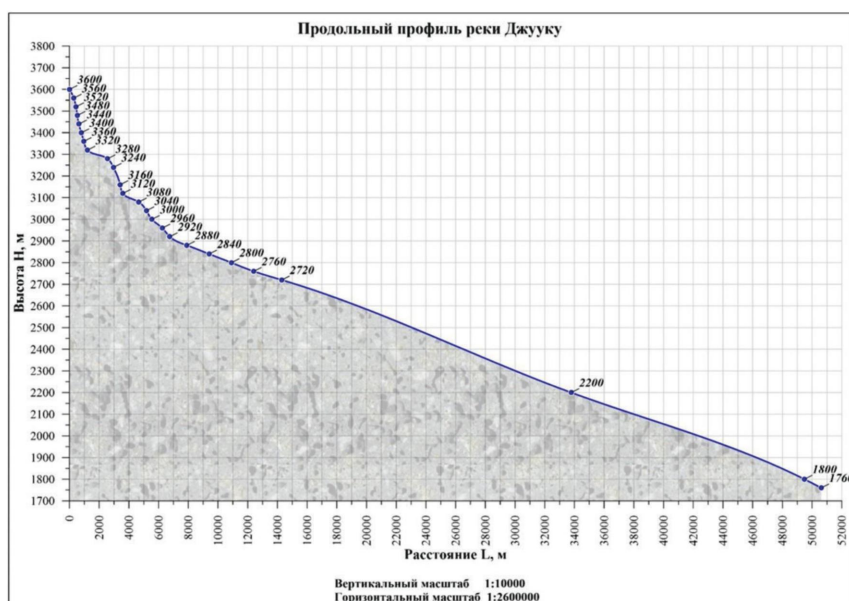


Рис. 4 – Профиль реки Джуюку.

Как видно из рис.4, формой профиля реки Джуюку является вогнутая кривая. Такой профиль реки называют равновесным, он характеризуется большими уклонами в истоках и меньшими уклонами внизу. К такому типу продольного профиля относится большинство рек Тескей-Ала-Тоо.

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.

Выводы. В настоящей статье рассмотрено физико-географическое положение реки Джуюку. С помощью картографических из-

мерений определена длина реки ($L=50,610$ м), падение высот реки составило 1840 м. Подсчитана средняя температура и атмосферные осадки за последние 70 лет. Средняя температура июля составила $+17,50^{\circ}\text{C}$, а января – $-4,70^{\circ}\text{C}$. Режим атмосферных осадков характеризуется наибольшим выпадением в июле (51,9 мм), а наименьшие значения осадков приходится на январь (17,1 мм).

Рассчитаны основные гидрологические характеристики реки Джууку по восстановленным расчетным путем данным гидрологических наблюдений. Среднегодовой расход воды составил $Q_{\text{ср}}=6,88 \text{ м}^3/\text{с}$, коэффициент изменчивости $C_v=0,19$ и коэффициент асимметрии $C_s=0,38$. Рассчитаны расходы воды различной обеспеченности $P\%$. 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. Ресурсы поверхностных вод СССР Том 14 Средняя Азия выпуск 2 Бассейны оз. Иссык-Куль и рек Чу, Талас, Тарим. Л., Гидрометеиздат. 1973. - 309 с.
2. Государственный водный кадастр. Многолетний данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том XI. Киргизская ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. -450 с.
3. Маматканов Д. М., Бажанова Л. В., Романовский В. В. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. - Бишкек: Илим, 2006. -276с.
4. Романовский В. В., Маматканов Д. М., Кузьмиченок В. А., Подрезов О. Всё об озере Иссык-Куль. – Бишкек: - 2014, 444с.
5. Маматканов Д. М., Бажанова Л. В., Кузьмиченок В. А., Романовский В. В., Сатылганов Р. А., Эрдман О. Д., Эрменбаев Б., Chen Xi, Jilili Abuduwaili, Hu Ruji. Влияние изменений климата на горную экосистему Тянь-Шаня (на примере Иссык-Кульского и Чуйского бассейнов) – Бишкек: «НУР-АС», 2014. – 524 с.
6. СП 33-101-2003г. Свод правил. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Одобрен для применения в качестве нормативного документа постановлением Госстроя России № 218 от 26 декабря 2003 г.
7. Водные и гидроэнергетические ресурсы Кыргызстана в условиях изменения климата. -Б.: 2022. -400 с.
8. 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.
9. Топографические планшеты номенклатур К-43-60, К-43-72, К-43-84
10. 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. – EDN UZDYJY.
11. Стрижанцева О. М. 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.
12. Мамбетова А.К., Ершова Н.В. Восстановление рядов гидрологических наблюдений для оценки годовых характеристик стока рек Иссык-Кульского бассейна Кыргызстана в условиях изменения климата //Современные техника и технологии в научных исследованиях. Сборник материалов XIII Международной конференции молодых ученых и студентов. Бишкек, 2021. С. 264-270.

НИШОНДИҲАНДАҲОИ АСОСИИ ТАБИӢ-ГЕОГРАФӢ ВА ГИДРОЛОГИИ ДАРӢИ ӢУУКУИ ВИЛОЯТИ ИССИКӢӢЛИ ӢУМӢУРИИ ӢИРӢИЗИСТОН

Момуналиев Р. К., Петренко В. А., Еришова Н. В.

Аннотатсия: дар тадқиқот хусусиятҳои ҷойгиршавии табиӣю географии дарӢи Ӣууку дар вилояти Иссиққӯли Ӣумҳурии Қирғизистон, аломатҳои ҳисобишудаи картографии баландии нуқтаҳои гардиши сатҳӣ ва координатаҳои онҳоро пешниҳод менамояд.

Ҳарорати миёнаи моҳҳои гармтарин ва хунуктарин, инчунин боришот дар моҳҳои июл ва январ ҳисоб карда мешавад.

Профили тӯли дарӢ сохта, масофаи мачро аз сарчаишаҳо то ба қӯли Иссиққӯл ворид шудани дарӢ, инчунин масофаи байни нуқтаҳои гардиши дарӢ ҳисоб карда шуд.

Барои ҳисоб кардани тавсифоти гидрологии қаторҳои сарфаи об, усули аналогии гидрологии барқарорсозӣ истифода шуда, дар ин замина сарфи миёнаи солони дарӢҳо барқарор карда шуд, коэффисиентҳои асимметрия ва тағйирёбандагӣ ҳисоб карда шуданд, графики қатори омурии об, инчунин графики эҳтимолияти омурии Р% ва сарфи тахминии онҳо ҳисоб карда шуд.

Калидвожаҳо: сарфаи дарӢҳо, сарфаи миёнаи солони, профили дарӢи Ӣуку, нуқтаҳои тарқии замин, асимметрияи координатӣ, навъи дарӢ, масофаи дарӢҳо, дарӢи Ӣуку, Ӣуку, қӯли Иссиққӯл, коэффисиентҳои асимметрия ва тағйирёбандагӣ, усули аналогии гидрологӣ, графики қаторҳои омурии об, тавсифоти гидрологӣ, ҳисоби сарфа, картография, Тескей-Ала-Тоо, Ӣуукучак, Ашу-Кашка-Су, дараи Ӣууку, ҳарорати миёна, коэффисиенти коррелясионӣ.

THE MAIN PHYSICAL, GEOGRAPHICAL AND HYDROLOGICAL INDICATORS OF THE JUUKU RIVER OF THE ISSYK-KUL REGION OF THE KYRGYZ REPUBLIC

Momunaliev R.K., Petrenko V.A., Ershova N.V.

Annotation: the study presents the features of the physical and geographical location of the Dzhuuku River in the Issyk-Kul region of the Kyrgyz Republic, calculated cartographic marks of the heights of surface turning points and their coordinates.

The average temperature of the hottest and coldest months was calculated, as well as precipitation for the months of July and January.

A longitudinal profile of the river was built and the distance of the channel from the sources to the confluence of the river into Lake Issyk-Kul, as well as the distance between the turning points of the river, was calculated.

To calculate the hydrological characteristics of the missed series of water discharges, the method of hydrological analogy of restoration was used and the average annual river discharges were restored, the coefficients of asymmetry and variability were calculated, a graph of statistical water series was plotted, as well as a graph of statistical probabilities P% and their estimated discharge was calculated.

Key words: river discharges, average annual discharges, Juuku river profile, breaking

points of the earth, coordinate marks, river type, river distance, Juuku River, Juuku, Issyk-Kul lake, coefficients of asymmetry and variability, hydrological analogy method, plot of statistical water series, hydrological characteristic, estimated discharge, cartography, Teskey-Ala-Too, Juukuchak, Ashu-Kashka-Su, Juuku gorge, average temperature, Pair correlation coefficient.

Сведения об авторах:

Момуналиев Руслан Кемелович – научный сотрудник, института водных проблем и гидроэнергетики Национальной академии наук Кыргызской Республики, Тел.: (+996-552)-124664 E-mail: ruslan.momunaliev@yandex.kg; Петренко Виталий Андреевич – научный сотрудник, института водных проблем и гидроэнергетики Национальной академии наук Кыргызской Республики, Тел.: (+996-500)-594795 E-mail: vitya.65@list.ru;

Ершова Наталья Владимировна – кандидат географических наук, доцент кафедры Водных ресурсов и инженерных дисциплин Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина, Тел.: (+996-555)-193167 E-mail: natasha-er@yandex.ru

Information about the authors:

Momunaliev Ruslan Kemelovich – Researcher, Institute of Water Problems and Hydropower of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Tel.: (+996-552)-124664 E-mail: ruslan.momunaliev@yandex.kg; Petrenko Vitaly Andreevich – Researcher, Institute of Water Problems and Hydropower of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Tel.: (+996-500)-594795 E-mail: vitya.65@list.ru;

Ershova Natalia Vladimirovna – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Water Resources and Engineering Disciplines of the Kyrgyz-Russian Slavic University named after B.N. Yeltsin, Tel.: (+996-555)-193167 E-mail: natasha-er@yandex.ru

УДК 626.81

**ОСОБЕННОСТИ ВОДЫ, ЗОНЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКОВ
РЕК ПАМИРО-АЛАЯ И ПАМИРА ПО НЕРАВНОВЕСНОМУ УРАНУ**

Тузова Т.В., Чонтоев Д.Т.

*Институт водных проблем и гидроэнергетики
Национальной академии наук Кыргызской Республики*

Аннотация: в продолжение ранее проведенных исследований воды уран-изотопным методом обобщены особенности формирования водных ресурсов речных бассейнов Памиро-Алая и Горного Бадахшана. Регион исследований выбран как трансграничный и потенциально селе- и лавиноопасный для Кыргызской Республики (КР) и Республики Таджикистан (РТ). Детально проанализирован изотопный состав урана во льдах и водах приледниковых зон и в основных притоках зоны формирования стока бассейнов рек: Вахш, Гунт и Пяндж. Выявлены различия в содержании урана и отношениях $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в водах трех генетических типов: атмосферные осадки с ультранизким содержанием урана и равновесным соотношением его изотопов; воды глубокой циркуляции в коренных горных породах с невысоким содержанием урана, но максимальным отклонением отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ от равновесия и приповерхностные воды зоны активного водообмена, обогащенные ураном за счет