

УДК 556.166/167

Канд. геогр. наук А.Г. Чигринец *
Канд. геогр. наук Л.П. Мазур *
А.Р. Загидуллина *

МАКСИМАЛЬНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ Р. КИШИ АЛМАТЫ И ЕЁ ПРИТОКОВ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ

МАКСИМАЛЬНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ, ДОЖДЕВОЙ ПАВОДОК, МАКСИМАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ПОЛОВОДЬЯ, РЕДУКЦИОННАЯ ФОРМУЛА, ФОРМУЛА ПРЕДЕЛЬНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ СТОКА, КОЭФФИЦИЕНТ ШЕРОХОВАТОСТИ, ПОПЕРЕЧНЫЙ ПРОФИЛЬ, РАСЧЕТНАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ, МАКСИМАЛЬНЫЕ ГОРИЗОНТЫ ВЫСОКИХ ВОД

Исследованы условия формирования максимального стока реки Киши Алматы (Малая Алматинка) и её притоков в нижнем течении, от нижней границы г. Алматы до устьевой части. Впервые обобщены все имеющиеся материалы наблюдений за максимальными расходами по этой территории. Для 12 створов в местах предполагаемого интенсивного освоения территории под города-спутники, при отсутствии данных наблюдений определены максимальные расходы воды различной обеспеченности и соответствующие им опасные уровни воды. Приведены некоторые рекомендации по расчету максимальных расходов воды при отсутствии данных наблюдений.

Рассматриваемый район расположен в предгорно-равнинной зоне северного склона Илейского Алатау, в пределах высот 660...496 м БС.

Он ограничен координатами: с севера – 43°49' с.ш., с юга – 43°24' с.ш., с запада – 76°58' в.д., с востока – 77°08' в.д. и вытянут вдоль автотрассы Алматы – Капшагай, от северной границы г. Алматы до южного побережья водохранилища Капшагай.

Река Киши Алматы (Малая Алматинка) свое начало берет на высоте 3200 м с группы ледников, наиболее крупным из которых, является ледник

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

Туюксу. Река по длине принимает около 20 притоков, большинство из которых приходится на горную часть.

Основными притоками в пределах района исследования являются: река Котурбулак, левобережная р. Есентай (левая протока р. Киши Алматы), правобережный приток р. Бельбулак, впадающий в русловое водохранилище К-3, левобережная р. Бестерек-карасу (протока р. Есентай), правобережный приток р. Карасу – Байсерке, впадающий в 200 м ниже вдхр. К-1. Ниже руслового водохранилища К-1 в р. Киши Алматы впадает левобережный приток р. Теренкара (в нижнем течении Тесиккоба, Тесик-Коба). Кроме вышеперечисленных притоков, в р. Киши Алматы впадает много мелких ручьев «карасу» и ключей [10]. Гидрографическая схема р. Киши Алматы приведена на рис. 1.

В результате проведенных исследований было установлено, что для рек рассматриваемой территории характерно формирование максимальных расходов воды в основном смешанного происхождения, реже талого и дождевого.

Кроме того установлено, что в ряды наблюдений попадают максимальные расходы редкой повторяемости, а также встречаются расходы, полученные с пониженной точностью. В силу этих особенностей при реконструкции рядов возникают большие трудности подбора аналогов для восстановления пропусков данных наблюдений.

Вследствие сложности условий формирования и расчленения стока воды рек района по источникам питания, а также из-за того, что максимальные расходы воды здесь в основном смешанного происхождения, в основу расчета характеристик максимального стока приняты наибольшие за год расходы воды, независимо от их происхождения [1, 10].

Одним из основных этапов работы было определение статистических параметров максимальных расходов воды по данным фактических наблюдений. Исходными данными для выполнения исследований послужили материалы наблюдений за стоком воды на гидрологических постах РГП «Казгидромет». Принятые в результате расчетов статистические характеристики максимальных расходов воды приведены в табл. 1.

Гидрологических постов в исследуемом районе мало, а в намеченных створах наблюдения за максимальными расходами вообще отсутствуют, поэтому они определены расчетным способом. Размещение расчетных гидрологических створов на реках района исследования приведено на рис. 1.

Таблица 1

Максимальные расходы воды (Q_{0max}) различной обеспеченности рек горно-предгорной зоны Илейского Алатау (система рек бассейна Киши Алматы)

Река – пункт	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²	Средняя высота водосбора, м	Период наблюдений		Средний за период наблюдений, Q_{max} м ³ /с	За многолетний период			Максимальные расходы воды различной обеспеченности, м ³ /с				
				Год	Число лет		Q_{max} м ³ /с	Коэффициент вариации, C_v	Коэффициент асимметрии, C_s	1 %	3 %	5 %	10 %	20 %
Рук. Карасу-Байсерке – с. Кызылту, в 4,5 км выше села	44			1965, 1969-1980	13	0,74	0,80	0,46	0,70	1,84	1,59	1,47	1,29	1,09
Рук. Карасу-Байсерке (Карасу-Альмерек) – с. Кызылту	41			1965-1969, 1971, 1973-1976	6	0,60	0,7	0,97	1,8	3,08	2,37	2,04	1,60	1,13
рукав Карасу-Байсерке (Карасу-Байсер) – с. Дмитриевка, в 6 км ниже селения, № 826	22			1965-1966, 1968-1971, 1976-1980	11	3,25	4,0	1,65	3,4	31,6	21,6	16,8	11,0	6,05
Киши Алматы – г. Алматы	106	118	2560	1916-1917, 1927-2005	79	11,7	12,5	0,8	2,4	58,0	41,1	32,5	22,1	14,5
Киши Алматы – с. Покровка, в 5 км выше устья р. Котурбулак	79			1962-1978	17	2,76	2,90	0,64	1,6	9,19	7,39	6,54	5,37	4,16
Киши Алматы – с. Покровка, ниже устья р. Котурбулак	74			1962-1978	17	3,57	3,60	0,72	2,05	13,0	10,1	8,80	6,96	5,16
Киши Алматы – с. Покровка, в 2 км к С от селения	70			1962-1978	17	8,93	9,2	0,46	1,9	24,2	19,7	17,6	14,7	11,9
Киши Алматы – с. Дмитриевка	63			1962-1978	17	11,5	11,5	0,39	2,2	28,0	22,9	20,6	17,2	14,1

Река – пункт	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²	Средняя высота водосбора, м	Период наблюдений		Средний за период наблюдений, \bar{Q}_{max} , м ³ /с	За многолетний период			Максимальные расходы воды различной обеспеченности, м ³ /с				
				Год	Число лет		\bar{Q}_{max} , м ³ /с	Коэффициент вариации, C_v	Коэффициент асимметрии, C_s	1 %	3 %	5 %	10 %	20 %
Киши Алматы (устье) – 1 км выше ж.д. моста				1971-1972	2	12,4	(12,4)	-	-	(38,0)	(34,6) – 2%	(28,5)	(24,3)	(18,2) – 25%
Котурбулак (Картабулак), устье	20	82,8	1040	1963, 1965-1972, 1978	10	2,00	2,10	0,61	1,35	6,25	5,12	4,57	3,82	3,02
Есентай (Весновка, Султан-Карасу) – с. Покровка в 1 км к СЗ от селения				1963-1967, 1978	6	4,48	4,5	0,25	0,3	7,36	6,75	6,44	5,97	5,42
Мойка-Карасу, устье	3,0	-	-	1968-1980	12	0,51	0,51	0,56	2C _v	1,85	1,60	1,31	1,08	0,80
Теренкара (Зап. Теренкара, Теренькара 1) – свх Алма-Ага	24	-	-	1965-1967, 1969-1970, 1972-1979	13	2,66	2,77	0,36	0,40	5,37	4,80	4,52	4,09	3,59
Ащыбулак (руч. Ащыбулак) – с. Карасу	25	-	-	1965-1967, 1974, 1976-1979	8	0,60	0,60	0,39	2C _v	1,45	1,17	1,07	0,91	0,78
Протока Есентай (Бестерек-Карасу)	6	-	-	1965-1970	6	1,45	1,60	0,58	0,50	4,09	3,53	3,24	2,82	2,35

Для определения максимальных расходов воды при недостаточности или отсутствии данных наблюдений можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в [2-4; 6-9].

Расчет максимальных расходов весенне-летнего половодья на реках района исследования производился согласно рекомендациям [6, 8, 9]. Принятая методика расчета, адаптированная к условиям исследуемого района, приведена в [8].

В основу расчетов положена редуцирующая зависимость максимального модуля стока от обуславливающих его основных факторов: средней высоты и площади водосбора, коэффициента дружности и слоя стока половодья. Формула для определения максимального (срочного) модуля стока половодья имеет вид:

$$q_{1\%} = \frac{r \cdot A_{1\%} \cdot \delta}{(F + 1)^n} = \frac{r \cdot K_0 \cdot h_{1\%} \cdot \delta}{(F + 1)^n}, \quad (1)$$

где $q_{1\%}$ – максимальный (срочный) модуль стока обеспеченностью 1 %, $\text{дм}^3 \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{км}^{-2}$; F – площадь водосбора, замыкаемая расчетным створом, км^2 ; $h_{1\%}$ – слой стока за половодье обеспеченностью 1 %, мм; r – коэффициент зарегулированности стока озерами и водохранилищами; δ – коэффициент, учитывающий влияние залесенности и заболоченности водосбора; K_0 – коэффициент дружности половодья; n – показатель степени, характеризующий редуцирование (уменьшение коэффициента дружности половодья в зависимости от площади водосбора); $A_{1\%}$ – величина, пропорциональная максимальному модулю притока.

Максимальный модуль притока $A = q_0$ при $F \rightarrow 0$ и $r = \delta = 1$. Значения A изменяются в значительных пределах в зависимости от высоты и орографии местности.

Опубликованных данных о средних высотах и площадях водосборов для расчетных створов, которые прежде всего необходимы для определения максимальных расходов весеннего половодья, не имеется, поэтому эти характеристики были нами определены с использованием топоосновы М 1:100000. Слой стока половодья, обеспеченностью 1 % определен с использованием средней высоты водосборов по зависимостям, построенным

для бассейна р. Киши Алматы. Коэффициент K_0 определен по зависимости $\lg K_0 = f(\lg H_{cp})$.

Показатель n , характеризующий редукцию коэффициента дружности половодья, находится по формуле:

$$n = 0,50 - 0,1 H_{cp} \quad (2)$$

где H_{cp} в км.

Далее по формуле (1) вычисляем $q_{1\%}$ и находим

$$Q_{1\%max} = q_{1\%} \cdot F, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (3)$$

Используя коэффициент перехода от $Q_{1\%}$ и $h_{1\%}$ к расходам и слоям других обеспеченностей, получили их значения.

Расчет максимальных (срочных) расходов дождевых паводков на реках района исследования при отсутствии рек-аналогов производился по редукционной формуле:

$$Q_{p\%} = q_{200} \left(\frac{200}{F} \right)^n \delta \cdot \delta_2 \cdot \delta_3 \cdot \chi_p \cdot F, \quad (4)$$

где $Q_{p\%}$ – максимальный расход расчетной обеспеченности (срочный), $\text{м}^3/\text{с}$; q_{200} – модуль максимального срочного расхода воды, ежегодной вероятности превышения P , равной 1 %, при $\delta = \delta_2 = \delta_3 = 1$, приведенный к площади водосбора 200 км^2 . Для бассейнов горных рек значения параметров q_{200} дополнительно приведены к средней высоте водосбора $H_{cp} = 2000$ м, $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{км}^{-2}$; χ_p – переходный коэффициент от максимальных мгновенных расходов воды вероятностью 1 % к максимальным расходам другой вероятности превышения; n – коэффициент редукции модуля максимального срочного расхода с увеличением площади водосбора; δ – коэффициент, учитывающий снижение максимальных расходов воды проточными озерами; δ_2 – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды вследствие заболоченности; δ_3 – коэффициент, учитывающий изменение параметра q_{200} с изменением средней высоты водосбора в горных районах; определяется он по данным гидрологически изученных рек; F – площадь водосбора, км^2 .

В качестве основного параметра формулы используется модуль максимального стока при некотором фиксированном значении площади (в данном случае 200 км²), поскольку определить эту величину по экспериментальным данным можно более надежно, чем обычно используемый элементарный модуль стока.

Параметр q_{200} меньше зависит от показателя степени редукции n , что приводит к его более плавному изменению по территории.

$$q_{200} = \frac{q_{1\%}}{(F/200)^n \cdot \delta \cdot \delta_2 \cdot \delta_3}, \quad (5)$$

где $q_{1\%}$ – максимальный модуль стока 1 % обеспеченности, определяемый по ряду наблюдений. Коэффициент δ_3 определяется для рек с высотой водосбора от 100 м и более с использованием зависимости $q_{200} = f(H_{cp})$.

Для расчета максимальных (срочных) расходов дождевых паводков была применена формула предельной интенсивности стока, приводимая в [8].

Формула имеет вид:

$$Q_{1\%} = 16,67 \cdot \varphi \cdot \bar{\psi}(\tau) \cdot H_{1\%} \cdot F, \quad (6)$$

где $Q_{1\%}$ – максимальный (срочный) расход 1 % обеспеченности; φ – сборный коэффициент максимального стока; $\bar{\psi}(\tau)$ – показатель редукции интенсивности осадков за расчетное время τ ; $H_{1\%}$ – максимальный суточный слой осадков обеспеченностью 1 %; F – площадь водосбора, км².

$$\bar{\psi}(\tau) = \frac{\psi(\tau)}{\tau} = \frac{H_\tau}{\tau \cdot H_p}, \quad (7)$$

где $\psi(\tau) = \frac{H_\tau}{H_p}$, (8)

H_p – суточный слой осадков обеспеченности P ; H_τ – слой осадков той же обеспеченности за расчетное время t .

В табл. 2 приведены максимальные расходы 1 % обеспеченности, полученные по всем вариантам расчетов. В результате анализа методов расчетов и данных табл. 2 для определения максимальных горизонтов высоких вод (ГВВ) различной обеспеченности, приняты средние значения из максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков, полученных по редукционной формуле (4). В табл. 3 приведены принятые максимальные расходы различной обеспеченности.

Максимальные расходы воды 1 % обеспеченности, полученные различными методами, м³/с

Река – расчетный створ	$\bar{Q}_{1\%max}$ по данным фактических наблюдений, м ³ /с	$\bar{Q}_{1\%max}$ весенне-летнего половогоья, м ³ /с	Максимальные расходы дождевых паводков по редуccionной формуле (8)			$\bar{Q}_{1\%max}$ принятые для определения $N_{1\%max}$ м ³ /с
			q^{200} – с применением данных фактических наблюдений	q^{200} – полученные по карте из [9]	по формуле предельной интенсивности (6)	
Киши Алматы – створ №1		100,7	110,9	129,0	115,0	106,0
Киши Алматы – створ №2	24,2	104,5	113,2	132,0	116,0	109,0
Киши Алматы – створ №3		104,8	115,1	134,0	119,0	110,0
Киши Алматы – створ №4	28,0	107,9	118,7	139,0	122,0	113,0
Теренкара – створ №5		37,9	48,6	56,1	26,9	43,2
Киши Алматы – створ №6		126,2	145,0	169,0	130,0	136,0
Киши Алматы – створ №7		128,6	147,0	171,0	130,2	138,0
Киши Алматы – створ №8	(38,0)	129,2	149,0	174,0	132,0	139,0
Есентай – створ №9	7,36	80,2	67,6	79,0	41,4	73,9
Есентай (Бестерек-Карасу) – створ №10	4,09	21,0	29,2	34,2	17,0	25,1
Теренкара – створ №11	5,37	21,3	30,0	35,0	10,3	25,6
Теренкара – створ №12		35,1	45,6	53,2	24,0	40,4

Таблица 3

Максимальные расходы воды рек исследуемого района в расчетных створах, принятые для расчета максимальных горизонтов высоких вод (ГВВ) различной обеспеченности

Река – створ	F, км ²	H _{сп} водосбора, м абс	Максимальные расходы различной обеспеченности, м ³ /с							
			0,1 %	1 %	2 %	5 %	10 %	25 %		
Киши Алматы – створ №1	634	1473	131,4	106,0	96,5	79,5	67,8	50,9		
Киши Алматы – створ №2	650	1455	135,2	109,0	99,2	81,8	69,8	52,3		
Киши Алматы – створ №3	668	1433	136,4	110,0	100,1	82,5	70,4	52,8		
Киши Алматы – створ №4	711	1374	140,1	113,0	102,8	84,8	72,3	54,2		
Теренкара – створ №5	95,4	652	53,6	43,2	39,3	32,4	27,6	20,7		
Киши Алматы – створ №6	1000	1145	168,6	136,0	123,8	102,0	87,0	65,3		
Киши Алматы – створ №7	1014	1132	171,1	138,0	125,6	103,5	88,3	66,2		
Киши Алматы – створ №8	1034	1114	172,4	139,0	126,5	104,2	89,0	66,7		
Есентай (Весновка) – створ №9	177	1008	91,6	73,9	67,2	55,4	47,3	35,5		
Есентай (Бестерек-Карасу) – створ №10	34	660	31,1	25,1	22,8	18,8	16,1	12,0		
Теренкара – створ №11	32	670	31,7	25,6	23,3	19,2	16,4	12,3		
Теренкара – створ №12	82,6	659	50,1	40,4	36,8	30,3	25,8	19,4		

Необходимо отметить, что площади и средневзвешенные высоты водосборов являются главными параметрами расчетных формул определения максимальных расходов воды, особенно при отсутствии материалов наблюдений. Однако эти данные по расчетным створам практически отсутствуют в опубликованных источниках. Поэтому была проведена большая работа по их определению. Эти параметры получены статистическим способом с применением карт М 1:100000.

Конечной целью данной работы являлось определение уровней воды при максимальных расходах различной обеспеченности.

Для построения теоретических кривых расходов воды $Q = f(H)$ гидравлическим методом в расчётных створах расход при каждом горизонте в створе определяется по площади живого сечения и средней скорости, вычисленной с применением формулы Шези.

Использованная для расчетов в данной работе формула имеет вид:

$$Q = w \cdot C \sqrt{h_{cp} J} = w \frac{1}{n} h_{cp}^{2/3} J^{0,5}, \quad (9)$$

где Q – расход воды при расчётном уровне, м³/с; w – площадь поперечного сечения, м²; C – коэффициент Шези, м^{0,5}/с; h_{cp} – средняя глубина потока, м; J – продольный уклон водной поверхности в долях единицы; n – коэффициент шероховатости.

Площади поперечных сечений в расчётных створах взяты по данным нивелирования поперечных профилей в расчётных створах. Значения коэффициента шероховатости для русла определены для подавляющего количества створов по результатам измерений расходов воды гидрометрической вертушкой. Коэффициенты шероховатости поймы подобраны по таблице М.Ф. Срибного, приведенные в [5], в результате произведенных рекогносцировочных обследований участков расчётных створов.

Кривые $Q = f(H)$ построены гидравлическим методом отдельно для русла, поймы и суммарные. В качестве примера приведен рис. 2.

Расходы воды для построения теоретических кривых $Q = f(H)$ при разных уровнях находились как суммы расходов, протекающих через пойму и русло.

В табл. 4 приведены максимальные ГВВ, которые определены по построенным теоретическим кривым $Q = f(H)$ при расходах различной обеспеченности.

Таблица 4

Максимальные горизонты высоких вод (ГВВ) различной обеспеченности рек исследуемого района в расчетных створах

Река – створ	F, км ²	H _{ср} водосбора, м абс	Максимальные горизонты высоких вод различной обеспеченности, м абс						
			0,1 %	1 %	2 %	5 %	10 %	25 %	
Киши Алматы – створ №1	634	1473	619,28	618,98	618,87	618,65	618,49	618,21	
Киши Алматы – створ №2	650	1455	615,03	614,89	614,83	614,72	614,64	614,53	
Киши Алматы – створ №3	668	1433	599,11	598,92	598,83	598,69	598,59	598,30	
Киши Алматы – створ №4	711	1374	589,69	589,48	589,38	589,20	589,08	588,85	
Теренкара – створ №5	95,4	652	562,16	562,02	561,95	561,82	561,73	561,60	
Киши Алматы – створ №6	1000	1145	543,56	543,42	543,36	543,24	543,16	543,04	
Киши Алматы – створ №7	1014	1132	527,20	526,88	526,77	526,45	526,20	525,81	
Киши Алматы – створ №8	1034	1114	513,35	513,00	512,88	512,67	512,52	512,27	
Есенгай (Весновка) – створ №9	177	1008	631,17	631,03	630,95	630,75	630,63	630,40	
Есенгай (Бестерек-карасу) – створ №10	34	660	600,57	600,50	600,47	600,43	600,40	600,34	
Теренкара – створ №11	32	670	607,28	607,15	607,10	607,02	606,93	606,77	
Теренкара – створ №12	82,6	659	580,02	579,81	579,73	579,59	579,49	579,26	

В результате расчетов максимальных расходов при отсутствии данных наблюдений по формулам можно сделать вывод, что получить при этом надежные данные невозможно без дополнительных проработок и выявления ряда региональных зависимостей для конкретных условий.

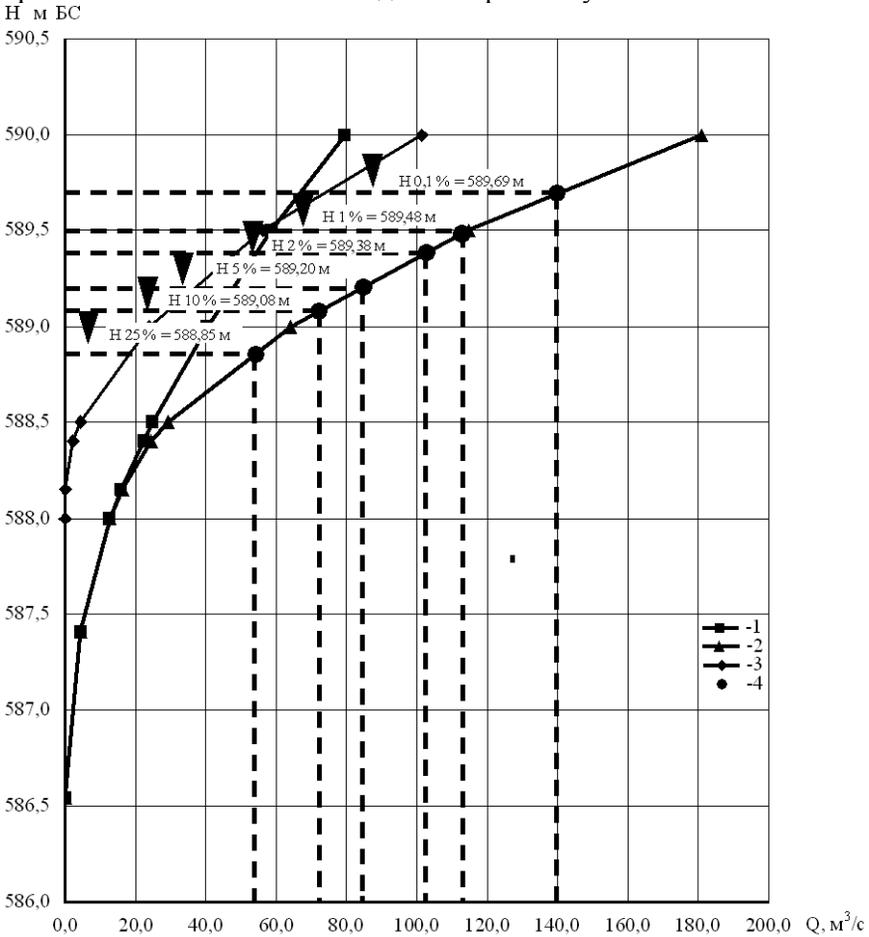


Рис. 2. Расчетные значения максимальных уровней воды различной обеспеченности, полученные по кривой расходов $Q = f(H)$ для расчетного створа №4. 1 – зависимость для русла, 2 – зависимость суммарная, 3 – зависимость для поймы, 4 – ГВВ различной обеспеченности.

Например, при расчетах Q_{\max} дождевых паводков по редуцированной формуле с использованием карты q_{200} , расход получается значительно завышенным. Поэтому существенное внимание было уделено определению модуля максимального расхода, приведенного к площади 200 км² и высоте 2000 м абс., для рассматриваемых условий.

При выполнении данных полевых исследований и камеральных расчетов были учтены основные требования СНиПа 2.01.14-83 [9].

Приведенные результаты исследований максимальных расходов воды в нижнем течении реки Киши Алматы при отсутствии данных наблюдений и ограниченной информации получены впервые и могут быть использованы в дальнейшем для научных и практических целей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Загидуллина А.Р. Максимальный сток рек северного склона Илейского Алатау // Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «Мир науки», приуроченной к 20-летию Государственных символов РК. Алматы: Қазақ университеті, 2012. – С. 65-66.
2. Кендалл М., Стьюарт А. Теория распределений. – М.: Наука, 1966. – 587 с.
3. Мазур Л.П., Сагынғали З.К. Формирование и расчет максимальных расходов воды рек Казахстанского Алтая // Вестник КазНУ, сер. географ. – №1(18). – 2004. – С. 87-92.
4. Методические рекомендации по составлению справочника по водным ресурсам СССР. Вып. 7, ч. 1. – Л.: ВНИГЛ, 1962. – 108 с.
5. Орлова В.В. Гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 414 с.
6. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 447 с.
7. Рекомендации по проектированию противоселевых защитных сооружений. – М.: 1985. – 110 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Бассейн оз. Балхаш. Т. 13, Вып. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 645 с.
9. СНиП 2.01.14-83. – М.: Государственный комитет по делам строительства, 1985.
10. Чигринец А.Г. Гидролого-экологическая оценка малых рек горно-предгорной зоны Илейского Алатау и разработка рекомендаций по их охране: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Казахский Национальный университет им. аль-Фараби. – Алматы, 2006. – 21 с.

Поступила 11.06.2012

Геогр. ғылымд. канд. А.Г. Чигринец
Геогр. ғылымд. канд. Л.П. Мазур
А.Р. Загидуллина

КІШІ АЛМАТЫ ӨЗЕНІ ЖӘНЕ ОНЫҢ САЛАЛАРЫНЫҢ ТӨМЕНГІ АҒЫСЫНДАҒЫ МАКСИМАЛДЫ СУ ӨТІМДЕРІ

Кіші Алматы өзені және оның салаларының максималды ағындысының қалыптасу жағдайлары өзеннің төменгі ағысында (Алматы қаласының төменгі шекарасынан сағалық бөлікке дейін) зерттелінді. Бірінші рет қарастырылып отырған аумақ бойынша максималды су өтіміне жүргізілген барлық бақылаулар мәліметтері жинақталды. Серіктес қала үшін қарқынды игеруге ұсынылып отырған аумақ жерінде 12 тұстама бойынша бақылау деректері жоқ болған кезде түрлі қамтамасыздықтағы максималды су өтімдері және оларға сәйкес келетін қауіпті су деңгейлері анықталды. Бақылау деректері жоқ болғанда максималды су өтімдерін есептеу бойынша бірнеше ұсыныстар келтірілді.