

УПРОЩЕННЫЙ СПОСОБ РАСЧЕТА ГИДРОГРАФА СТОКА ГОРНЫХ РЕК ПО СРЕДНИМ ДЕКАДНЫМ РАСХОДАМ ВОДЫ (НА ПРИМЕРЕ РЕК БАССЕЙНА ЧИРЧИКА)

Трофимов Г.Н., Сагдиев Н.З., Трофимова Ю.Г.

Ключевые слова: гидрограф, расход воды, горные реки, неизученные реки, модульные коэффициенты, стокообразование.

Введение. Одним из первых, если вообще не первым в горной гидрологии, схему расчета гидрографа стока горных рек разработал Ю.М.Денисовым [1]. В его монографии последовательно рассмотрены гидрофизические процессы на поверхности речного бассейна, поступление воды в его пределы и трансформация стокообразования на горном склоне в гидрограф стока в замыкающем створе. Отметим, что касаясь полученных результатов, Ю.М.Денисов неоднократно говорит о том, что из-за недостатка исходной информации ему пришлось сделать ряд допущений и упрощенных аппроксимаций с тем, чтобы получить конечный результат – гидрограф стока горной реки. Добавим, что с момента выхода в свет работы Ю.М.Денисова модель расчета гидрографа стока и сопутствующие ей разработки неоднократно использовались в гидрологических расчетах для рек Средней Азии. Наконец, следует отметить, что, несмотря на ряд принятых автором допущений и упрощений схемы расчета, для ее реализации требуется знание примерно 60-ти гидроморфометрических, гидрометеорологических и гидрогеологических параметров, причем примерно 10-12 параметров не измеряются на сети гидрометеостанций.

Учитывая сказанное, нами предлагается упрощенный способ расчета гидрографа стока горных рек с использованием средних декадных расходов воды. Все последующие расчеты выполнены нами для 9-ти рек бассейна Чирчика (табл. 1), отличающихся по их размерам (площади водосборов меняются от 6570 до 15,6 км²) и высотному положению (средневысотные высоты от 1,38 до 3,13 км).

Основные результаты. Вслед за Ю.М.Денисовым гидрограф стока разделялся нами на две части: «нижнюю», по В.Л.Шульцу «базисный сток» [4] и «верхнюю» собственно половодную часть. Учитывая различие в абсолютных размерах стока рек, все вычисления

здесь a , b и c – параметры кривой, а x в нашем случае номер декады. Нужно отметить, что коэффициенты этой зависимости определяют: a и c – «высотные» ординаты кривой, b – временную ординату пика кривой.

$$b = 0.287 \cdot Z - 1.384 \quad (2)$$

и

$$c = -1.087 \cdot Z + 11.6, \quad (3)$$

здесь Z – средняя высота водосбора реки (км).

выполнены для модульных коэффициентов

$$K_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}}, \text{ где } Q_i \text{ – средний декадный расход}$$

воды i -той декады, \bar{Q} – средний годовой расход воды.

«Нижний», по выражению Денисова, объем воды на гидрографе рассчитывался при наличии данных о стоке реки по формуле

$$W_{\text{нижн}} = \frac{Q_{36}}{Q} \cdot 36, \text{ где } Q_{36} \text{ – средний декадный}$$

расход воды 36-й декады предыдущего года, 36 – число декад в году. При отсутствии гидрологических данных в числителе использовался минимальный средний месячный расход воды соответствующей обеспеченности (в нашем случае 50%), вычисленный по рекомендации Справочника [2], с переходом от средних месячных величин к средним декадным.

Расчет «верхнего» на гидрографе стока объема воды, т.е. по сути дела стока воды за счет снеготаяния в период половодья выполнен, исходя из следующих соображений.

1. Расходы воды сначала растут от минимальных в начале половодья, до максимума на пике его, а затем уменьшаются вновь до минимума.

2. Восходящая ветвь гидрографа, как правило, круче нисходящей, а нарастание расходов воды соответствует росту температур воздуха в весенне-летний период.

3. Нисходящая ветвь гидрографа описывается экспоненциальной кривой и в целом определяется величиной снегозапасов в бассейне реки и режимом температур воздуха в этот период.

Формулу для такого рода кривой предложил, в свое время К.А.Семендяев [3] в виде:

$$y = a \cdot e^{-b \cdot x} \cdot x^c, \quad (1)$$

Известно, что большинство гидрометеорологических величин зависит от высоты гор. Такие зависимости мы получили для параметров a и b кривой (1) на основании данных 9-ти рек бассейна Чирчика в виде:

Параметр a , определяющий в целом площадь гидрографа под кривой поставлен нами

зависимость от площади водосбора:

$$Lg(a) = -0.162 \cdot Lg(F) - 5.41 \quad (4)$$

и, так как абсолютные значения параметра a и площади водосбора существенно отличаются,

нами получена их связь в логарифмической форме. Графики связей приведены на (рис. 1).

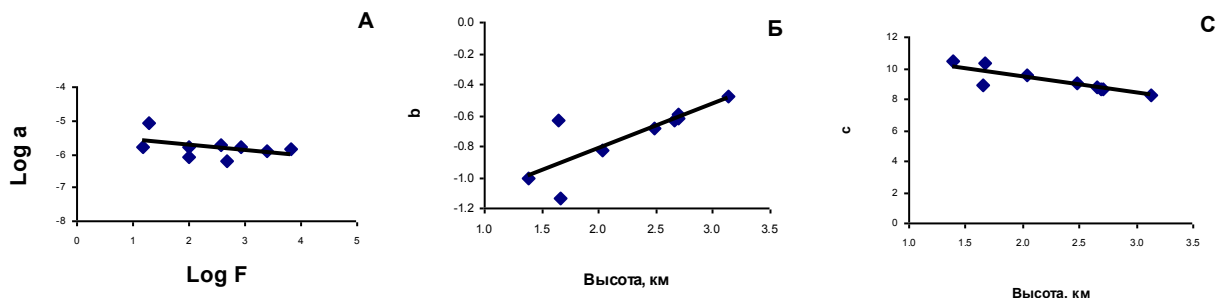


Рис. 1. Зависимость параметров a , b , c от высоты

Нужно обязательно отметить, что величины параметров кривой получены для средних по водности лет, т.к. величина стока воды, дат начала и конца половодья, положение пика его и продолжительность весьма сильно изменяются для лет разной водности. При отсутствии данных о стоке рек вместо среднего многолетнего

расхода воды следует использовать его 50% квантиль, рассчитанный по общепринятой методике [2].

Общая формула для расчета гидрографа стока по фактическому ряду наблюдений имеет вид:

$$K_{Qi} = \frac{Q_{36}}{Q} + a \cdot e^{-b \cdot T_i} \cdot T_i^c, \quad (5)$$

где K_{Qi} – модульный коэффициент i -ой декады, Q_{36} – среднедекадный расход воды 36-й декады предыдущего года, Q – средний расход

воды, T_i – номер декады, a , b , c – параметры связи.

Для рек, на которых нет гидрологических наблюдений, формула имеет вид:

$$K_{Qi} = \frac{Q_{min}}{Q_{50\%}} + a \cdot e^{-b \cdot T_i} \cdot T_i^c, \quad (6)$$

здесь Q_{min} – минимальный средний декадный расход воды, $Q_{50\%}$ – средний годовой расход воды 50% обеспеченности.

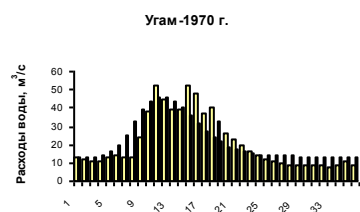
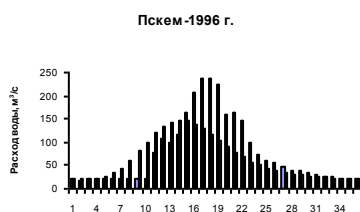
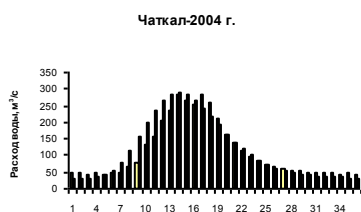
фактических гидрографов стока для выбранных 9-ти водотоков по их рядам вычислены основные статистические характеристики средних годовых расходов воды (табл. 1).

Нами для сравнения рассчитанных и

Таблица 1

Основные статистические характеристики среднегодовых расходов воды

Река	Площадь водосбора, км ²	Средняя высота водосбора, км	Статистические характеристики среднегодовых расходов воды				Параметры связи		
			$Q_{ср}$, м ³ /с	C_v	C_s	$Q_{50\%}$, м ³ /с	a	b	c
Чаткал	6570	2,66	110	0,28	1,20	105	$1,35 \cdot 10^{-6}$	-0,628	8,8
Пскем	2540	2,69	77,9	0,21	1,08	75,6	$1,22 \cdot 10^{-6}$	-0,618	8,7
Угам	869	2,03	22,5	0,26	0,82	21,1	$1,65 \cdot 10^{-6}$	-0,830	9,5
Майдантал	471	3,13	17,6	0,21	0,59	17,3	$6,65 \cdot 10^{-7}$	-0,477	8,2
Коксу	372	2,48	10,4	0,32	2,64	12,2	$1,74 \cdot 10^{-6}$	-0,686	9,0
Чиралма	103	2,70	2,77	0,30	0,88	2,77	$1,61 \cdot 10^{-6}$	-0,590	8,6
Наувалисай	99,4	1,65	3,74	0,35	0,51	3,74	$7,70 \cdot 10^{-7}$	-0,636	8,9
Акташсай	19,3	1,67	0,392	0,38	0,48	0,392	$8,89 \cdot 10^{-6}$	-1,139	10,3
Каранкуль	15,6	1,38	0,270	0,64	2,25	0,143	$1,68 \cdot 10^{-6}$	-1,005	10,4



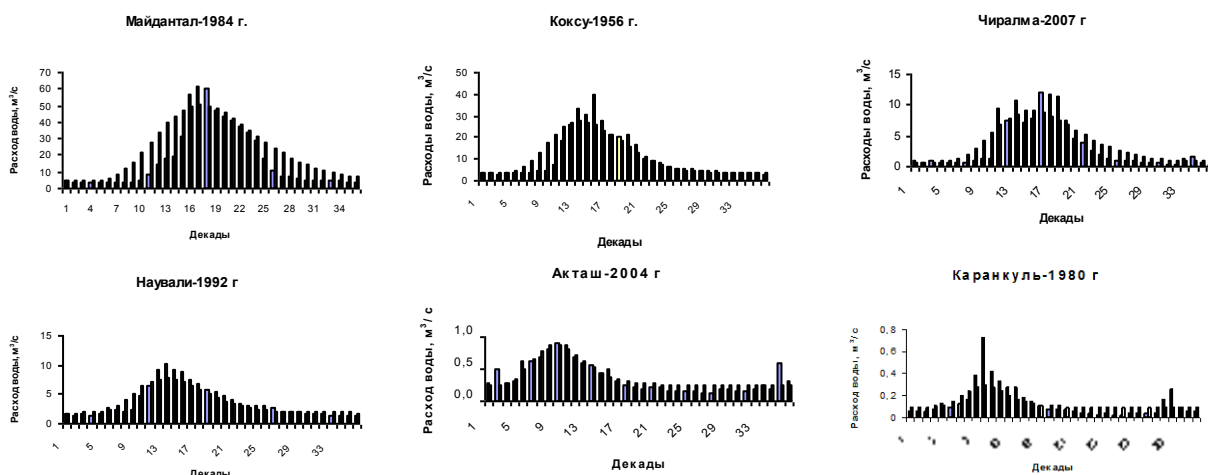


Рис. 2. Фактические (сплошные линии) и рассчитанные (пунктирные линии) гидрографы стока рек бассейна Чирчика

Средние декадные расходы воды расчетного гидрографа стока были получены по формуле $Q_i = K_i \cdot Q_{50\%}$.

Затем для каждой реки подобран год близкий по величине среднего годового расхода воды к 50%-му. Результаты расчетов гидрографов стока исследуемых рек приведены на (рис. 2).

Кратко остановимся на анализе полученных результатов расчета гидрографа рек – притоков Чирчика.

1. Так как мы пользовались средними декадными расходами воды, то и исходные и рассчитанные гидрографы имеют сглаженную форму без пиков дождевых паводков.

2. Как правило, рассчитанная максимальная ордината гидрографа меньше фактической ординаты.

3. Для некоторых рек получена сдвигка пика гидрографа примерно на одну декаду.

4. Объемы годового стока, определенные по фактическим и вычисленным гидрографам отличаются не более чем на 21% (погрешности вычислений укладываются в пределы -12,2% -р. Акташсай, до +20,9% - р. Каранкульсай).

Хотелось бы выразить уверенность в том, что изложенный способ расчета гидрографа стока горных рек с учетом его простоты найдет применение в гидрологических расчетах. Наконец, предполагается в перспективе дополнить изложенный метод расчета гидрографа, проработками, позволяющими вычислять гидрограф стока для летrazной водности.

Литература:

1. Денисов Ю.М. Схема расчета гидрографа стока горной реки.- Л.: Гидрометеиздат, 1965.-102 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. -Том 14,Средняя Азия.- Вып.1, бассейн р. Сырдарьи, 1959. -438 с.
3. Семендяев К.А. Эмпирические формулы.- М. : Изд-во ГТТИ, 1933.- 80 с.
4. Шульц В.Л. Реки Средней Азии.- Л.: Гидрометеиздат. 1965.- 691 с.

Трофимов Г.Н., Сагдеев Н.З., Трофимова Ю.Г.

ЎРТАЧА ЁН КУНЛИК СУВ САРФЛАРИ АСОСИДА ТОҒ ДАРЁЛАРИ ОҚИМ ГИДРОГРАФИНИ ҲИСОБЛАШНИНГ ЕНГИЛЛАШТИРИЛГАН УСУЛИ

Резюме

Мақолада ўрганилмаган дарёларнинг оқим гидрографини чизишда чегараланган кўрсаткичлардан фойдаланиб, енгиллаштириши масалалари кўриб чиқилди.

Trofimov G.N., Sagdeyev N.Z., Trofimova Yu.G.

CONVENTIONAL METHOD FOR CALCULATION OF MOUNTAIN RIVER FLOW HYDROGRAPH BASED ON AVERAGE TEN DAY WATER OUTLAY

Resume

In article the question of the simplified creation of hydrographs of a drain on not studied rivers on limited number of used parameters is considered.

Рекомендуем:

проф. Хикматов Ф.Х.