

Г. Н. ПЕТРОВ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНИХ МЕЖЕННЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ В ЛЮБОМ СТВОРЕ МАЛЫХ РЕК

(Представлено академиком А. И. Некрасовым 23 I 1950)

Для определения средних меженных расходов малых рек при отсутствии или недостаточности гидрометрических данных М. А. Великанов (1) предложил решение, основанное на применении методов пространственной интерполяции и гидрологической аналогии с учетом генезиса вод, который, по Б. Л. Личкову (2), определяется геологическим строением местности. Механическое применение этих методов в виде карт изолиний модуля годового стока дает неудовлетворительные результаты (3), так как аналогия устанавливалась без выяснения однородности генезиса вод, а интерполяция производилась без должного выяснения общности физико-географических условий.

Известно, что устойчивые меженные расходы формируются водами подземного питания, поэтому для определения последнего предложено много способов.

Гидрологически подземное питание определяется выделением на гидрографе устойчивой части по минимальному расходу и переменной — по разнице между высоким устойчивым и минимальным расходами, после срезки дождевых паводков. Однако этот способ не выясняет распределения подземного питания по речной системе и не раскрывает причинности и обусловленности явления. Кроме того, по этому методу минимальный расход определяется по кривой  $Q = \varphi(H)$  с ошибкой до 100—300% вследствие постоянных деформаций русла, неравномерной работы мельниц и ГЭС, резкого падения температуры (зимой), испарения (летом). Даже при многолетнем периоде наблюдений этот метод не всегда правильно характеризует подземное питание вышележащего бассейна. Например (см. рис. 1), на р. Ик летние расходы воды к устью могут уменьшаться вследствие транспирации с поймы и инфильтрации в коренные отложения.

Более правильно подземное питание определяется по методам Ф. А. Макаренко (4) и Б. И. Куделина (5), которые требуют детальных гидрогеологических исследований. Эти методы неприменимы для много-

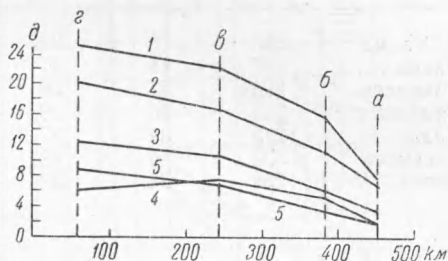


Рис. 1. Изменение расходов по р. Ик. 1 — измеренные в 1948 г. Гидрологической экспедицией КФАН СССР, 2 — средний многолетний за август, 3 — средний многолетний за январь, 4 — минимальный среднемесячный летний, 5 — минимальный среднемесячный зимний. а — п. Кулабай, б — п. Апсаямово, в — п. Нагайбак, г — п. Подгорные Байлары, д — устье

численных малых рек, так как связь речных и подземных вод имеет различный характер (6) и не может устанавливаться по немногим опорным источникам или типовым створам.

При необходимости получить данные для большого количества створов любой малой реки размер и распределение подземного питания по речной системе достаточно просто и точно определяются гидрометрически по методу А. А. Труфанова (7) как разница расходов на смежных створах. Водоносность малых рек устойчивой межени является объективным показателем подземного питания, и изучение изменения меженных расходов по длине рек позволяет выяснить роль физико-географических условий в формировании меженного расхода и генезис его вод. Исследования рек (8-10) заключаются в измерении большого количества расходов воды в период летней устойчивой межени по длине всей речной сети и выяснении объективной возможности расходов на основании анализа физико-географических факторов. Влияние последних нельзя установить априорно или произвести гидрологическое районирование (11) на основании совпадения отдельных географических признаков (см. табл. 1) или территориальной близости рек.

Таблица 1

Река	Площадь бассейна в кв. км	Глубина эрозионного вреза долины в м		Коэффициент густоты речной сети	Средний уклон	Модуль меженного расхода в л/сек. км <sup>2</sup>	Стратиграфич. горизонт, прорезаемый рекой
		левого берега	правого берега				
С. Улема	633	18	33	0,35	0,0021	0,00	$P_2^{tat}$
Улема . . .	885	18	27	0,33	0,0016	0,45	»
Сикинесь	286	47	50	0,31	0,0021	0,26	$P_2^{kaz, bel + tat}$
Каменка . .	228	20	29	0,30	0,0044	1,80	»
Сула . . . .	275	39	27	0,27	0,0019	2,19	$P_2^{kaz, + tat}$
Кисьмесь	302	14	32	0,40	0,0028	1,69	»
Серда . . . .	259	24	22	0,26	0,0025	0,65	»

Смена литологического состава и мощности стратиграфических горизонтов, наличие делювиально-аллювиального чехла, трещиноватость, карстовые процессы и особенно тектоническое строение создают местное своеобразие условий движения и дренажа подземных вод, что особенно резко отражается на межени малых рек (12).

Кратковременные исследования рек (9) дают картину водоносности реки, отвечающую климатическим условиям данного года. Их результаты нельзя использовать для расчетов в качестве характерных средних величин, так как устойчивость меженных расходов, даже для бассейнов одного климатического района, неодинакова и зависит от сложного сочетания физико-географических и, главным образом, геологических условий (см. табл. 2).

Невозможно произвести исследования всех рек в различные по водности годы, чтобы установить средние расходы по длине рек. Исследования показали, что для этой цели необходима и достаточна однократная гидрологическая «фотография» межени. Для получения вероятных средних летних и зимних расходов воды результаты кратковременных гидрологических исследований необходимо подвергнуть гидрогеологическому анализу для выяснения возможного изменения расходов при средних климатических условиях, характерных для будущего. Правильность предположений и расчетов по длине рек контролируется показаниями о про-

Таблица 2

Модуль среднего расхода за август за период  
1932—1948 гг. (в л/сек. км<sup>2</sup>)

Река и пункт	Многоводный год	Маловодный год	Отношение модулей многоводного года к маловодному
Казанка, Б. Дербышки . . . . .	2,72	1,27	2,1
Ик, Нагайбак . . . . .	3,06	0,47	6,3
Ик, Кулбай . . . . .	2,20	0,70	3,1
Иж, Лебединое озеро . . . . .	3,85	0,89	4,5
Свияга, Вырыпаевка . . . . .	2,34	0,52	4,4
Свияга, Бурундуки . . . . .	1,15	0,23	5,0

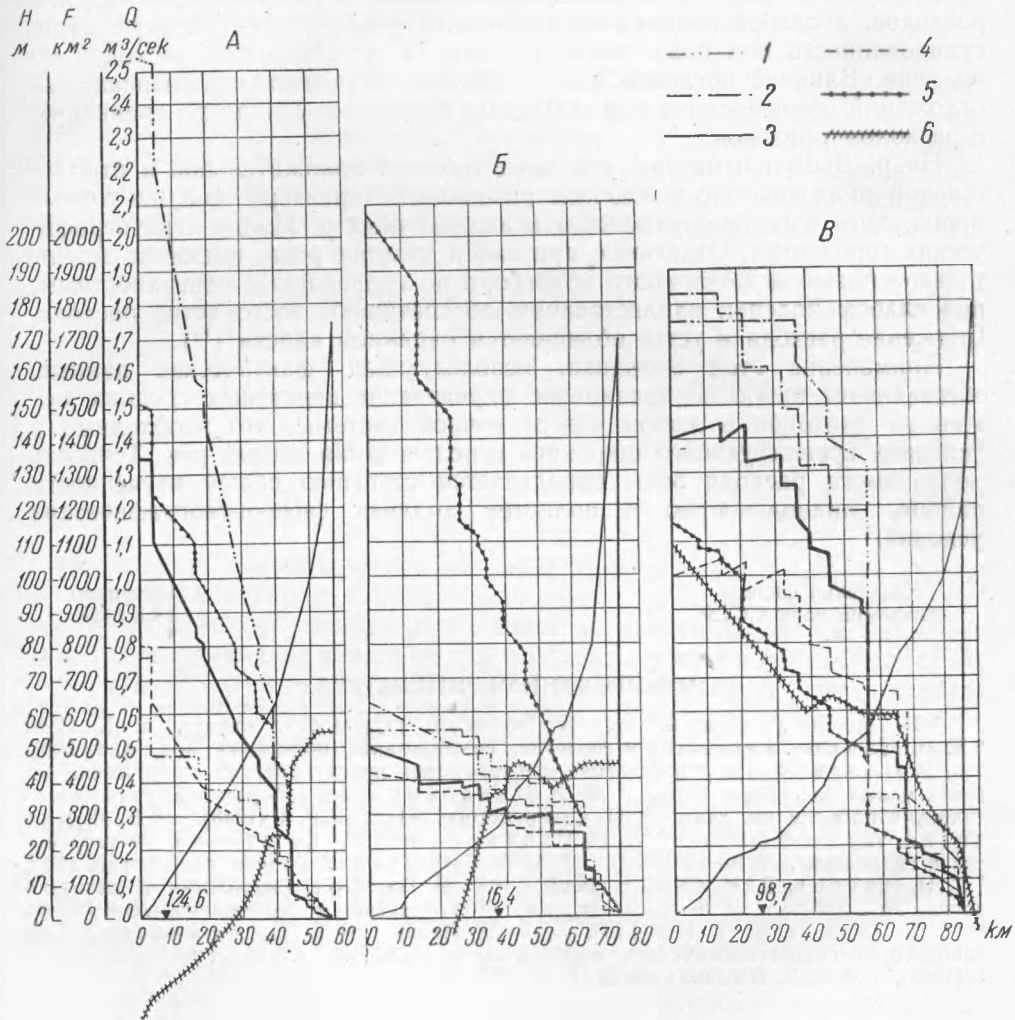


Рис. 2. Изменение расходов по характерным притокам р. Ик. 1 — расход, измеренный по исследованиям 1948 г., 2 — суммарный притоков 1948 г., 3 — вероятный среднелетний, 4 — вероятный среднезимний, 5 — площадь бассейна в км<sup>2</sup>, 6 — линия кровли  $R_2^{kaz}$  в абс. отметках. А — р. Ря, Б — р. Милля, В — р. Дымка

изводительности водяных мельниц и ГЭС и сопоставлением результатов для замыкающего опорного створа гидрометеорологической службы. При

отсутствии створа с многолетними наблюдениями на изучаемой реке применяется гидрологическая аналогия.

Указанным методом определены средние расходы августа и января по длине речных систем: Ик, Свяга, Шешма, Зай и др. (см. рис. 2).

Р. Ря расположена на мульдообразном тектоническом понижении. Значительные и согласные уклоны земной поверхности и подземного рельефа способствуют быстрому стоку поверхностных и подземных вод, тем более, что речная система прорезает толщи песчаников ( $P_2^{kaz, bel}$ ) с непостоянными водоносными горизонтами. Устойчивость расходов по времени незначительна. Величина снижения измеренных расходов обоснована расходами прежних лет и работой мельниц.

Р. Милля прорезает лишённые водоносных горизонтов породы ( $P_2^{kaz_1+kaz, bel}$ ). Расход речной системы формируется в верховье реки и ее притоков из верхних горизонтов ( $P_2^{lit}$ ). Вследствие литологической невыдержанности отложений отмечается разнообразие модулей расходов, а слабое падение напластований обеспечивает высокую зарегулированность вод подземного питания и устойчивость расходов во времени. Влияние поглощающего комплекса коренных и аллювиальных отложений объясняет снижение расхода в русле р. Милля по сравнению с расходом притоков.

На р. Дымка отмечены участки с нулевой положительной и отрицательной приточностью вследствие различного характера падения горных пород, хотя бассейн расположен в аналогичных р. Милля стратиграфических горизонтах. Отдельные притоки и участки реки, имеющие значительное развитие подземного водосбора по сравнению с поверхностным, при слабом падении напластований, обеспечивают постоянство расхода. Снижение расхода в устье объясняется влиянием карста<sup>(13)</sup>.

Применение этой методики, использующей фактические данные, обеспечивает наиболее правильное определение вероятных средних межженных расходов в любом створе речной системы, что необходимо в условиях существующего широкого использования малых рек. Точность получаемого расхода воды определяется степенью общей изученности района, правильностью и полнотой анализа физико-географических условий.

Казанский филиал  
Академии наук СССР

Поступило  
18 X 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> М. А. Великанов, Тр. II Всесоюзн. гидрологич. съезда, ч. 2, 1929.
- <sup>2</sup> Б. Л. Личков, Гидрология и геология, Исследование подземных вод, в. 1, 1931.
- <sup>3</sup> Б. В. Поляков, Гидрологические расчеты при проектировании сооружений на реках малых бассейнов, 1948.
- <sup>4</sup> Ф. А. Макаренко, Тр. лаборатории гидрогеологических проблем им. акад. Ф. П. Саваренского АН СССР, 1 (1948).
- <sup>5</sup> Б. И. Куделин, там же, 5 (1949).
- <sup>6</sup> А. И. Рябикина и С. Г. Каштанов, Метеорология и гидрология, № 9—10 (1938).
- <sup>7</sup> А. А. Труфанов, Речная гидрология, 1923.
- <sup>8</sup> Г. Н. Петров, ДАН, 65, № 5 (1949).
- <sup>9</sup> Г. Н. Петров, Гидрология и метеорология, № 2 (1949).
- <sup>10</sup> Г. Н. Петров, Гидротехника и мелиорация, № 9 (1949).
- <sup>11</sup> В. И. Рутковский, Изв. ГИ, в. 57—58 (1933).
- <sup>12</sup> Т. П. Афанасьев, Тр. лаборатории гидрогеологических проблем им. акад. Ф. П. Саваренского АН СССР, 1 (1948).
- <sup>13</sup> Б. В. Васильев, ДАН, 65, № 4 (1949).