

УДК 556.166

Е.Д. Гопченко, д.г.н., Г.М. Андреевская, к.г.н.

НОРМА ГОДОВОГО СТОКА РЕК ЗАКАРПАТЬЯ

Рассматриваются научно –методические проблемы расчета нормы годового стока рек Закарпатья.

Ключевые слова: норма стока, годовой сток, сток горных рек, гидрологические расчеты.

Введение. Норма годового стока – одна из важнейших характеристик в гидрологических расчетах. В горных районах она отличается большой изменчивостью, что связано не только с высотой местности, но и ориентацией склонов по отношению к влагонесущим потокам.

Обобщения по годовому стоку рек Закарпатья, приведенные в СНиП 2.01.14-83, относятся к 1980 году. С тех пор, прошло уже около 30 лет, и за этот период накоплены новые данные наблюдений за стоком рек, что позволяет уточнить характеристики годового стока.

Объект исследования. Объектом исследования являются реки Закарпатья с площадями водосборов от 25.4 км² (р.Студеный - с. Нижний Студеный) до 9140 км² (р.Тиса - пгт Вилоч) и со средней высотой водосборов от 300 (р.Стара- с.Зняцево) до 1200 м (р.Белая Тиса – с.Луги). Используются ряды наблюдений от 22 до 57 лет и с периодами наблюдений до 2002 года, включительно.

Состояние вопроса. Среднее многолетнее значение годового стока неизученных горных рек, согласно [1], следует определять по районным зависимостям стока от средней высоты водосбора $\bar{q} = f(\bar{H}_g)$, установленным по данным изученных рек. Координаты этих зависимостей для различных горных районов даны в таблицах нормативного документа. На юго-западном склоне Карпат (Закарпатье) выделяется три района. Первый, наиболее сильно подверженный воздействию влагоносных юго-западных ветров (бассейны рек Шопурки, Мокранки, Красной, Боржавы, Пилипча, Турьи и верховья Латорицы), характеризуется наибольшими величинами годового стока – 20 - 40 л/с·км². Наименьший сток имеет место в бассейнах рек Черной и Белой Тисы, а также в среднем и нижнем течении Ужа. Район находится в котловине, вследствие чего сюда проникает значительно меньше влагоносных масс, чем в другие районы. Средние многолетние модули годового стока здесь находятся в пределах 10 - 25 л/с·км². Сток остальных водотоков, протекающих по этому склону занимает промежуточное положение, т.е. в пределах 15-30 л/с·км².

Анализ данных по годовому стоку рек Закарпатья. Сравнивая средние многолетние модули годового стока, приведенные в «Ресурсах поверхностных вод» [2] и рассчитанные по данным наблюдений до 2002 года (рис.1), получено уравнение

$$\bar{q} = 0.87\bar{q}_{pec}, r = 0.88, \quad (1)$$

где \bar{q} - нормы годового стока по состоянию до 2002 года; \bar{q}_{pec} – нормы годового стока, приведенные в [2] (до 1980 года, включительно).

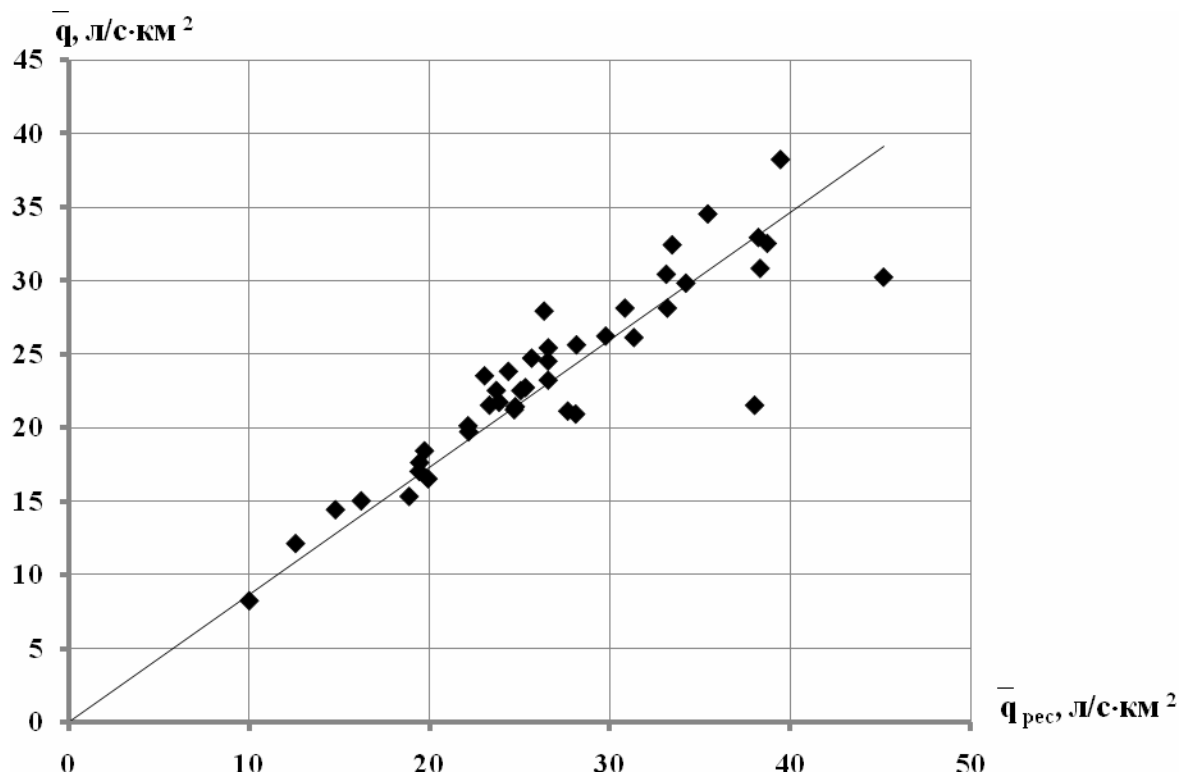


Рис.1 - Сравнение средних многолетних модулей годового стока (по данным «Ресурсов поверхностных вод») и рассчитанных по временным рядам до 2002 года).

Причем, можно отметить уменьшение норм стока за исследуемый период в среднем на 13%. При установлении норм годового стока следует иметь в виду, что временным рядам присуща закономерность в виде чередования группировок многоводных и маловодных лет разной продолжительности. Учесть это обстоятельство можно путем включения в расчетную продолжительность рядов годового стока с одинаковым количеством многоводных и маловодных групп водности.

В математической статистике очень хорошо разработан аппарат проверки гипотезы про статистическую однородность двух рядов X и Y , которые подчиняются нормальному закону распределения. В этом случае чаще всего используются параметрические критерии Фишера-Снедекора (F) и Стьюдента (t) [3].

Для анализа выбраны пять водосборов (табл.1), равномерно расположенных по всему району исследований (в направлении с северо-запада на юго-восток) с наиболее длинными рядами наблюдений – 47-57 лет. Площади водосборов находятся в пределах от 189 (Белая Тиса – с.Луги) до 550 км² (Рика - пгт Межгорье).

Исходные ряды разбивались на две выборки, каждая из которых имеет длину 24-28 лет. Статистические характеристики исследуемых рядов и результаты проверки на однородность на уровне 5% приведены в табл.1. Установлено, что исследуемые ряды являются однородными, т.к. выполняются условия $F < F_a$ и $t < t_a$ и, следовательно, их можно использовать для расчета норм годового стока.

Таблица 1 - Проверка временных рядов на однородность (при помощи критериев Фишера-Снедекора и Стьюдента)

№	Река -пост	n, лет	$q_{серь}$, л\с км ²	σ	C_v	$r(1)$	F	F_a	t	t_a
6	Белая Тиса-с.Луги	48	26.5	5.69	0.21	0.10	1.27	2.39	1.70	2.02
13	Мокранка-с.Русская Мокрая	47	38.8	8.4	0.22	-0.04	1.38	2.39	0.10	2.02
19	Рика – пгт Межгорье	57	25.1	6.34	0.25	-0.07	1.99	2.55	1.77	2.4
26	Боржава-с.Долгое	56	27.5	8.05	0.29	0.18	1.28	2.58	1.83	2.40
30	Латорица-с.Подполозье	49	29.6	8.53	0.29	0.34	1.41	2.27	1.89	2.01

Примечание: F и F_a – статистика критерия Фишера и ее критическое значение; t и t_a – статистика критерия Стьюдента и ее критическое значение.

При обобщении данных по территории Закарпатья была исследована зависимость норм годового стока (табл.2) от таких местных факторов, как высотное положение и залесенность водосборов. Зависимость от высоты водосбора показана на рис.2 и описывается уравнением

$$\bar{q} = \bar{q}_{H_g=500} + 0.014(H_g - 500), r = 0.50, \quad (2)$$

где свободный член – значение нормы годового стока, приведенное к условной высоте водосбора $H_g=500$ м.

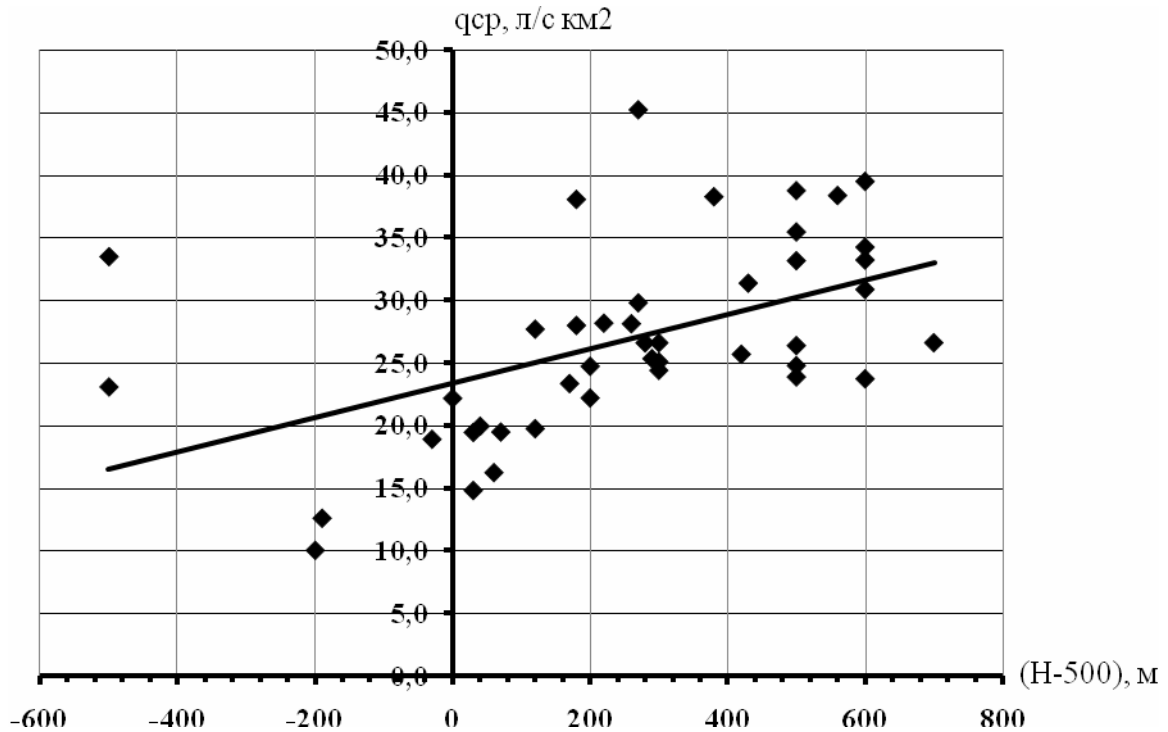


Рис.2 - Зависимость средних многолетних величин годового стока от высотного положения водосборов.

В дальнейшем, приведенные значения $\bar{q}_{H=500}$ были поставлены в зависимость от залесенности водосбора. Зависимость выражена недостаточно хорошо, коэффициент корреляции составляет всего 0.28. Это дает основание приведенные значения $\bar{q}_{H=500}$ картировать (рис.3).

Наибольшими величинами годового стока характеризуются верховья рек Латорицы, Жденявки ($\bar{q}_{H=500} = 30 - 40$ л/с·км²), Теребли, Рики, Тересвы ($\bar{q}_{H=500} = 25-30$ л/с·км²), расположенные в высокогорных районах описываемой территории. Низовья этих же рек, также как и вся западная часть, отличаются более низкими значениями стока $\bar{q}_{H=500}$ (15 - 20 л/с·км²).

Таблица 2 - Исходные и расчетные данные по годовому стоку рек Закарпаття

Номер поста	Река-пункт	Площадь водосбора, F , км ²	Количество лет наблюдений	Залесенность, f , %	\bar{q} , л/с·км ²	Средняя высота водосбора, $H_{в}$, м	k_H	$q_{H=500}$, л/с·км ²
1	Тиса-Рахов	1070	56	68	23.7	1100	1.36	15.52
2	Тиса-с.Деловое	1190	50	69	26.4	1000	1.30	19.54
3	Тиса-пгт Вилок	9140	48	55	23.1			
4	Черная Тиса-пгт Ясиня	194	46	75	24.8	1000	1.30	17.94
5	Черная Тиса-с.Белин	540	41	65	23.9	1000	1.30	17.04
6	Белая Тиса-с.Луги	189	47	77	26.6	1200	1.42	17.02
7	Белая Тиса-с.Ростоки	473	32	72	30.9	1100	1.36	22.65
8	Косовская-с.Косовская Поляна	122	39	83	38.4	1060	1.34	30.69
9	Шопурка-с.Кобилецкая Поляна	240	33	81	35.5	1000	1.30	28.61
10	Тересва-пгт Усть-Чорна	572	53	77	33.2	1100	1.36	25.0
11	Тересва-пгт Дубовое	757	41	76	33.2	1000	1.30	26.31
12	Тересва-с.Нересница	1100	34	72	31.4	930	1.26	25.47
13	Мокранка-с.Русская Мокрая	214	44	80	39.5	1100	1.36	31.27
14	Брустуранка-с.Лопухов	257	41	77	34.2	1100	1.36	26.02
15	Красна - с.Красна	50.7	29	89	38.3	880	1.23	33.06
16	Лужанка-с.Нересница	149	31	65	29.8	770	1.16	26.10
17	Теребля-с.Колочава	369	46	67	38.8	1000	1.30	31.9

Продолжение табл.2

Номер поста	Река-пункт	Площадь водосбора, F , км ²	Количество лет наблюдений	Залесенность, $f_{л}$, %	\bar{q} , л/с·км ²	Средняя высота водосбора, $H_{ср}$, м	k_H	$q_{H=500}$, л/с·км ²
18	Рика-с.Верхний Быстрый	165	44	64	25.7	920	1.25	19.94
19	Рика – пгт Межгорье	550	57	41	25.1	800	1.18	20.98
21	Рика-г.Хуст	1130	34	52	38.1	680	1.11	35.59
22	Голятинка-с.Голятин	59.0	23	35	26.6	800	1.18	22.5
23	Голятинка-с.Майдан	86.0	42	40	25.3	790	1.17	21.38
24	Репинка-с.Репино	203	44	22	26.6	780	1.17	22.76
25	Пилипец-с.Пилипец	44.2	46	29	33.5			
26	Студеный-с.Нижний Студеный	25.4	44	18	24.4	800	1.18	20.3
27	Боржава-с.Долгое	408	56	71	27.7	620	1.07	26.05
28	Боржава-с.Шаланки	1100	36	54	18.9	470	0.98	19.32
29	Иршава-пгт Иршава	230	32	59	22.2	500	1.00	22.17
30	Латорица-с.Подполозье	324	56	50	28.2	720	1.13	25.17
31	Латорица-г.Свалява	680	41	61	22.2	700	1.12	19.47
32	Латорица-г.Мукачево	1360	56	63	19.5	570	1.04	18.53
33	Латорица-г.Чоп	2870	46	41	12.6	310	0.89	15.22
34	Жденявка-с.Верхняя Грабовница	150	50	66	45.2	770	1.16	41.5
35	Веча-с.Нелепино	241	44	72	28.1	760	1.16	24.57
36	Пиние-пгт Поляна	166	34	79	19.5	530	1.02	19.05
37	Стара-с.Зняцево	224	50	42	10.0	300	0.88	12.78
38	Уж-Жорнава	286	50	45	23.4	670	1.10	21.03
39	Уж-пгт Великий Березный	653	32	55	19.8	620	1.07	18.11
40	Уж-с.Зарчево	1280	56	54	16.3	560	1.04	15.43
41	Уж-г.Ужгород	1970	56	57	14.8	530	1.02	14.41
42	Люта-Черноголовка	169	31	80	24.7	700	1.12	21.99
43	Турья-с.Турья Поляна	98.6	22	83	28.0	680	1.11	25.53
44	Турья-с.Симер	464.0	45	61	20.0	540	1.02	19.41

Выводы. На основании выполненных исследований средние многолетние значения стока для неизученных рек Закарпатья определяются следующим образом:

1. С карты (рис.3) снимается значение $\bar{q}_{H=500}$, отнесенное к центру тяжести водосбора.
2. По формуле

$$k_H = 1 + 0.6 \cdot 10^{-3} (H_6 - 500) \quad (3)$$

рассчитывается поправка на высоту водосбора k_H .

3. Расчетное значение нормы годового стока для отдельно взятого водосбора равно

$$\bar{q} = \bar{q}_{H=500} \cdot k_H. \quad (4)$$

Предложенная карта норм годового стока (рис.3) с учетом высотного положения водосборов рекомендуется для практического применения, являясь своего рода уточнением действующего в Украине СНиП 2.01.14-83.

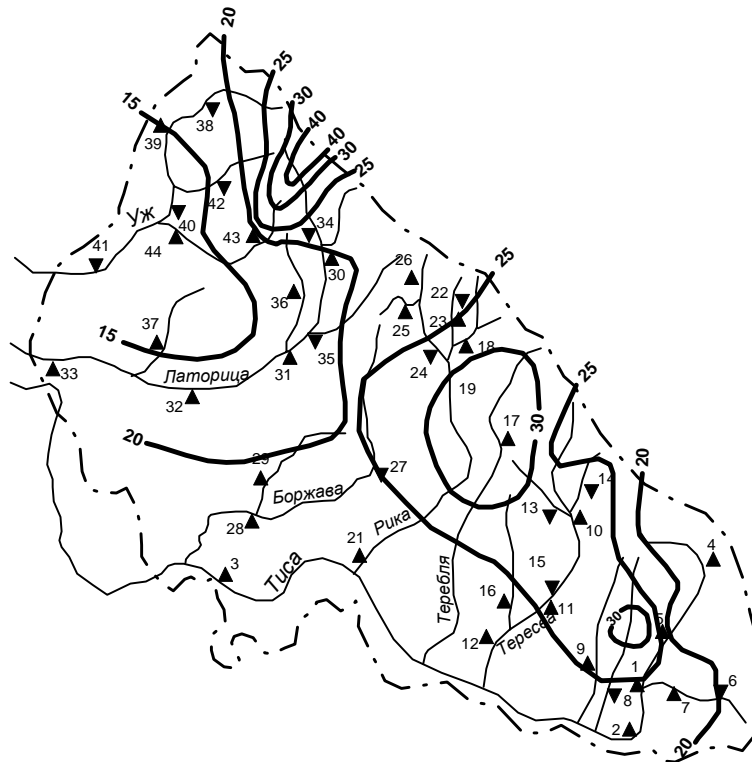


Рис.3 - Распределение по территории Закарпаття норм годового стока, приведенных к условной высоте $H_6=500$ м, в л/с·км².

Список литературы

1. *Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик.* – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 447 с.
2. *Ресурсы поверхностных вод СССР. Западная Украина и Молдавия.* – Л.: Гидрометиздат, 1969. – Т.6, вып.1. – 884 с.
3. *Лобода Н.С.* Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни «Гідрологічні розрахунки». – Одеса: ОДЕКУ, 2005. – 56 с.

Норма річного стоку річок Закарпаття. Гопченко Є.Д., Андрєєвська Г.М.

Розглядаються науково – методичні проблеми розрахунку норми річного стоку річок Закарпаття.

Ключові слова: норма стоку, річний стік, стік гірських річок, гідрологічні розрахунки.

Norm of an annual drain of the Zakarpatyie rivers. Gopchenko E., Andreewskaja G.

Scientifically-methodical problems of calculation of an annual drain norm of the Zakarpatyie rivers are considered.

Keywords: norm of flow, annual flow, flow of the mountain rivers, hydrological calculations.