

ГИДРАВЛИКА И ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 628.171

doi: 10.31774/2712-9357-2022-12-3-277-290

К вопросу определения модуля максимального стока

Таисия Сергеевна Пономаренко¹, Алексей Николаевич Рыжаков²,
Анна Викторовна Бреева³

^{1, 2, 3}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹rosniipmoprvapk@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2003-1686>

²xrust.89@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9268-255X>

³rosniipmoprvapk@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5835-1231>

Аннотация. Цель: на основе кривых зависимости получить уравнения для дальнейшего использования при расчете максимального расхода 1% обеспеченности по всей протяженности реки в зависимости от высоты водосбора (для рек бассейна Черного моря). **Материалы и методы.** Исходными материалами послужили расчетные данные и справочные данные гидрометеорологической службы (ряды наблюдений максимальных расходов воды). Из справочных материалов получены следующие гидрологические характеристики: площадь водосбора, средняя высота водосбора и расход 1% обеспеченности. Исследования выполнены для 59 расчетных створов на 14 реках. **Результаты.** Получены кривые зависимости и уравнения для расчета максимального модуля стока 1% обеспеченности для 14 рек Черноморского бассейна, ранжированные по высоте водосбора на четыре группы: 0–500, 500–1000, 1000–1500, 1500–2500 м по Балтийской системе (БС). Проведено сопоставление расходов воды, полученных с расчетных кривых, и имеющихся справочных данных, по результатам его установлено, что в среднем погрешность составила порядка 25 %. В предложенном методе отмечена тенденция к завышенным значениям по сравнению со справочными данными. **Выводы.** Расчетные уравнения модуля стока 1% обеспеченности в диапазоне высот 0–500 и 500–1000 м БС, полученные в результате исследования, являются весьма достоверными и могут быть использованы для расчета заданной величины. Для повышения точности уравнений в высотном диапазоне 1000–1500 и 1500–2500 м БС, наряду с имеющимися данными, рекомендуется использовать дополнительные расчетные створы в соответственном диапазоне высот.

Ключевые слова: модуль стока, обеспеченность, площадь водосбора, расход, высота водосбора, расчетный створ

Для цитирования: Пономаренко Т. С., Рыжаков А. Н., Бреева А. В. К вопросу определения модуля максимального стока // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 3. С. 277–290. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-277-290>.

HYDRAULICS AND ENGINEERING HYDROLOGY

Original article

On issue of determining the maximum flow rate

Taisiya S. Ponomarenko¹, Alexey N. Ryzhakov², Anna V. Breeva³

^{1, 2, 3}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹rosniipmovpvapk@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2003-1686>

²xrust.89@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9268-255X>

³rosniipmovpvapk@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5835-1231>

Abstract. Purpose: to obtain equations for further use in calculating the maximum discharge of 1% availability along the whole river length, depending on watershed elevation (for the Black Sea basin rivers), based on the dependency curves. **Materials and methods.** The calculated and reference data of hydrometeorological services (series of observations for maximum water discharges) were the base materials. From the reference materials, the following hydrological characteristics were obtained: watershed area, average watershed elevation and 1% flow probability. The studies were carried out for 59 control stations on 14 rivers. **Results.** Dependence curves and equations for calculating the maximum flow rate of 1% flow probability for 14 rivers of the Black Sea basin, ranked according to watershed elevation into four groups: 0–500, 500–1000, 1000–1500, 1500–2500 m according to the Baltic System (BS) are obtained. A comparison of flow rates obtained from the calculated curves and available reference data was made, according to its results the average error about 25 % was determined. In the proposed method, there is a tendency to overestimate the values compared to the reference data. **Conclusions.** The calculated equations for flow rates of 1% probability in the elevation range of 0–500 and 500–1000 m BS, obtained as a result of the study, are very reliable and can be used to calculate the given value. To improve the accuracy of the equations in the elevation range of 1000–1500 and 1500–2500 m BS, along with the available data, it is recommended to use additional control stations in the corresponding elevation range.

Keywords: flow rate, probability, watershed area, discharge, watershed elevation, control station

For citation: Ponomarenko T. S., Ryzhakov A. N., Breeva A. V. On issue of determining the maximum flow rate. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2022;12(3): 277–290. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-277-290>.

Введение. Сегодня проблема защиты территорий от наводнений является весьма актуальной, особенно для жителей Черноморского побережья. За прошедшие несколько лет в данном районе наблюдались катастрофические паводки редкой повторяемости, которые нанесли серьезный ущерб. Для предотвращения возможных негативных воздействий паводковых вод необходимы защитные сооружения и берегоукрепительные конструкции, для проектирования которых основополагающим фактором являются максимальные расходы рек редкой повторяемости.

Район исследований весьма сложен и специфичен. Согласно гидрологическому районированию, Черноморское побережье Кавказа в пределах России делится на Северо-Черноморский и Южно-Черноморский сектор Южного склона Большого Кавказа [1–3]. К первому сектору относятся ре-

ки на участке от р. Гастогайка до р. Туапсе, ко второму – реки, протекающие к юго-западу от р. Туапсе.

Основные реки Северо-Черноморского сектора – Гастогайка, Мезыбь, Пшада, Вулан, Джубга, Шапсухо, Агой, Туапсе с площадью бассейнов до 352 км² и длиной рек до 35 км.

Основные реки Южно-Черноморского сектора – Аше, Псезуапсе, Шахе, Сочи, Мзымта. Они характеризуются большими перепадами высот на водосборах и большей водностью. Истоки наиболее крупных рек находятся на южном склоне Главного хребта. Средние высоты водосборов увеличиваются от 570 м (р. Аше) до 1309 м (р. Мзымта) [4, 5].

Главными особенностями формирования речного стока горных рек являются вертикальная зональность физико-географических условий на водосборе и пространственная неоднородность его рельефа и геологического строения [6–8]. Горный характер рельефа обуславливает особое развитие гидрометеорологических процессов на водосборах. Как и в других горных регионах, на Черноморском побережье Кавказа отмечается тенденция увеличения осадков с высотой местности вследствие поднятия воздушных масс, в процессе которого происходит достижение уровня конденсации. В зависимости от распределения температуры вдоль склонов и стратификации воздуха осадки выпадают в жидком, твердом или смешанном виде. Соответственно формирование талого, тало-дождевого и дождевого стока приурочено к разным высотным зонам, а соотношение этих видов стока зависит от сезона года, синоптической ситуации и высотного положения речного створа, к которому поступает сток. Высота местности – один из ключевых факторов, которые определяют величины водного баланса в пределах высотной зоны. Указанное изменение климатических характеристик с высотой вызывает необходимость деления горных рек на различные зоны в зависимости от высотных характеристик водосбора, в пределах которых формируется сток реки [9–13].

Цель исследования – на основе кривых зависимости получить уравнения для дальнейшего использования при расчете максимального расхода 1% обеспеченности по всей протяженности реки в зависимости от высоты водосбора.

Материалы и методы. Исходными материалами послужили расчетные данные, представленные в работах Г. Г. Сванидзе, Л. С. Кузина, В. И. Бабкина, Г. Н. Хмаладзе [14–16], и справочные данные гидрометеорологической службы (ряды наблюдений максимальных расходов воды). Исследования выполнены для 59 расчетных створов на 14 реках (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Исследуемые водотоки Черноморского побережья

Table 1 – The Black Sea coast watercourses under study

№ створа	Река	Расчетный створ	Площадь водосбора, км ²	Высота водосбора, м БС
1	2	3	4	5
1	Котлама	устье	270	122
2	Котлама	после впадения р. Маскага	240	137
3	Котлама	до впадения р. Маскага	97	141
5	Шапсухо	устье	303	218
6	Адерба	п. Светлый	68	220
7	Вулан	устье	278	221
8	Вулан	после впадения р. Текос (п. Архипо-Осиповка)	265	224
9	Вулан	до впадения р. Текос	177	231
10	Нечепсухо	до впадения р. Псебе	125	231
11	Вулан	п. Архипо-Осиповка	256	240
12	Нечепсухо	устье	225	241
13	Шапсухо	до впадения р. Гремучая	167	242
14	Шапсухо	после впадения р. Гремучая	230	242
15	Вулан	после впадения р. Левая Щель	155	245
16	Нечепсухо	с. Новомихайловский	218	254
17	Вулан	до впадения р. Левая Щель	71,3	266
18	Пшада	устье	358	307
19	Пшада	с. Береговое	348	310
20	Пшада	у слияния с р. Догуаб	319	330
21	Туапсе	устье	352	335
22	Туапсе	г. Туапсе	351	335
23	Шапсухо	до впадения р. Синявка	73,8	343
24	Туапсе	до впадения р. Пшенахо	118	360
25	Туапсе	после впадения р. Пшенахо	232	376
26	Пшада	в 300 м ниже впадения р. Папай	112	392

Продолжение таблицы 1

Table 1 continued

1	2	3	4	5
27	Хоста	п. Хоста	98,5	410
28	Аше	п. Аше	279	570
30	Псезуапсе	устье	290	683
31	Сочи	устье	296	720
32	Сочи	г. Сочи	296	720
33	Псезуапсе	с. Татьяновка	255	760
34	Сочи	п. Навагинское	280	760
36	Псезуапсе	до впадения р. Хаджике	92,2	835
38	Сочи	п. Пластунка	238	840
39	Шахе	устье	553	854
40	Псезуапсе	после впадения р. Хаджике	187	859
41	Сочи	до впадения р. Агва	183	892
42	Шахе	после впадения р. Кичмай	509	909
43	Шахе	до впадения р. Кичмай	458	930
44	Сочи	после впадения р. Ац	161	946
45	Сочи	до впадения р. Ац	140	984
46	Шахе	п. Солох-Аул	423	1010
47	Шахе	после впадения р. Бзыч	379	1014
48	Шахе	до впадения р. Бзыч	254	1090
50	Псоу	устье	421	1110
51	Псоу	с. Леселидзе	420	1140
52	Псоу	до впадения р. Хипста	335	1260
53	Мзымта	устье	885	1309
54	Мзымта	п. Кепш	798	1380
55	Псоу	после впадения р. Ах-Чха	255	1460
56	Мзымта	после устья р. Чвежипсе	750	1482
57	Мзымта	х. Казачий Брод	839	1482
58	Псоу	до впадения р. Беш	160	1540
59	Псоу	после впадения р. Беш	203	1570
60	Мзымта	до устья р. Чвежипсе	607	1596
62	Мзымта	п. Красная Поляна	510	1670
63	Мзымта	после устья р. Лаура	480	1764
64	Мзымта	до устья р. Лаура	339	1889
65	Мзымта	после устья р. Пелух	308	1946

Из справочных материалов получены следующие гидрологические характеристики:

- площадь водосбора F (км²);
- средняя высота водосбора;
- расход 1% обеспеченности.

Для каждого створа рассчитан модуль стока.

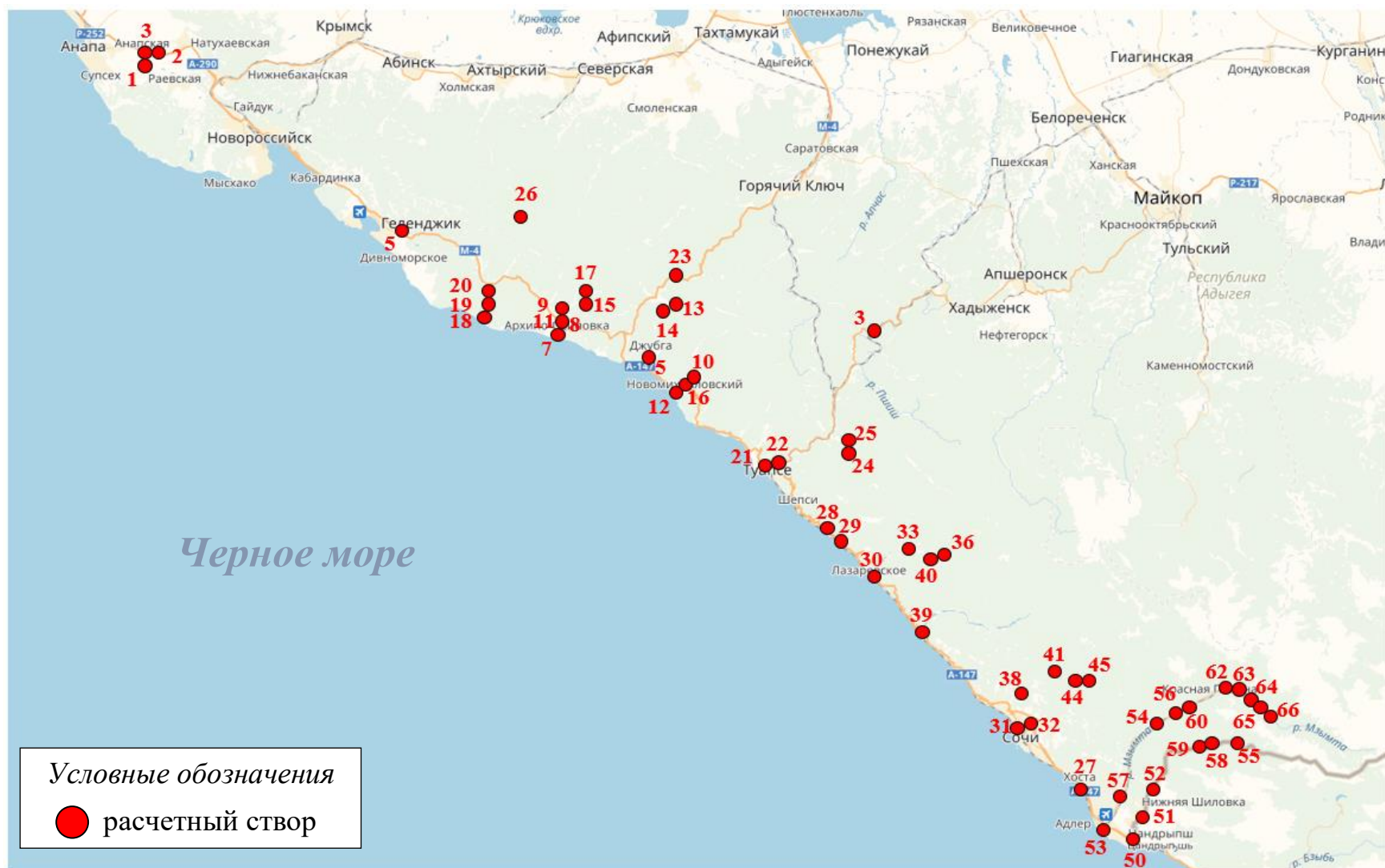
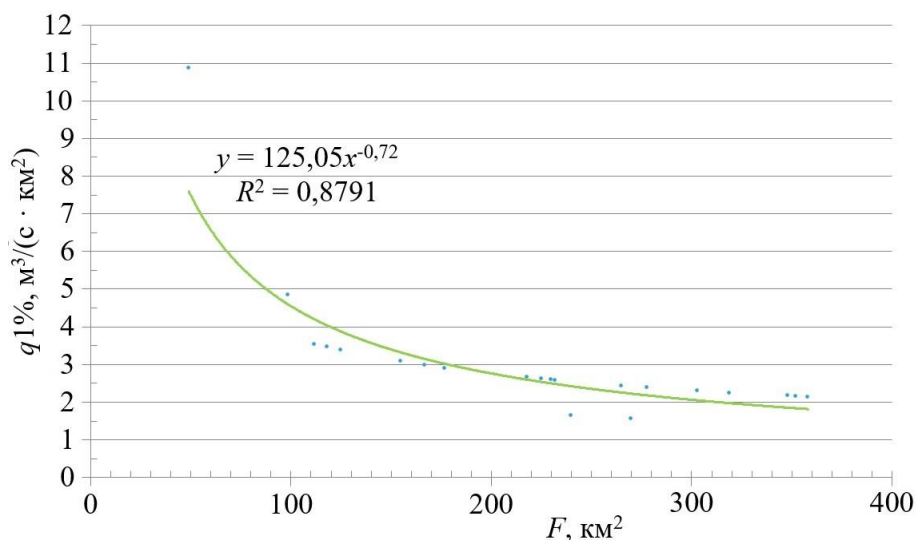


Рисунок 1 – Район исследований
 Figure 1 – Study area

Результаты и обсуждение. На основе полученных данных построены графики зависимости модуля стока $q_{1\%}$ ($\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$) от высоты водосбора и получены уравнения для дальнейшего расчета [17, 18].

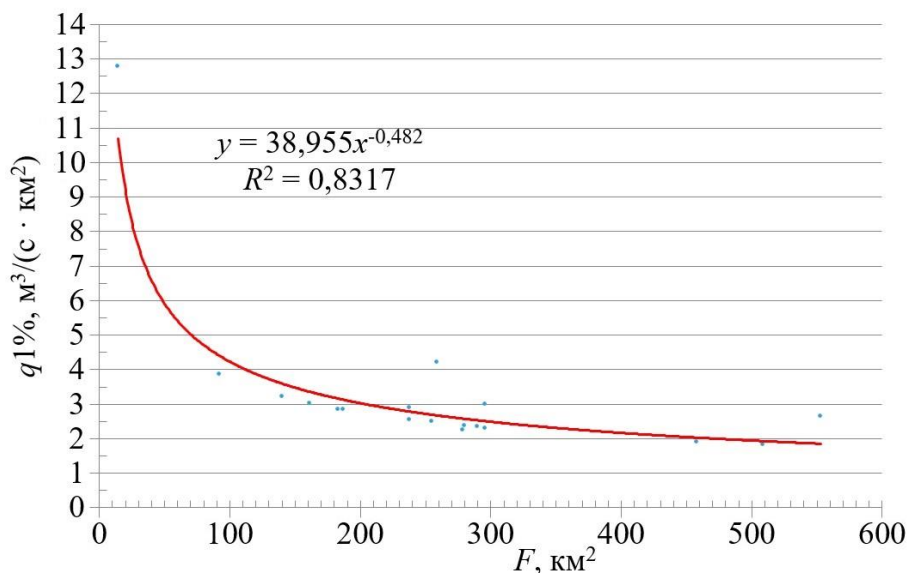
Все створы ранжированы в зависимости от высоты водосбора на четыре группы: 0–500, 500–1000, 1000–1500, 1500–2500 м БС (рисунки 2–5).



R^2 – коэффициент корреляции / R^2 – correlation coefficient

**Рисунок 2 – Ранжирование модуля стока
по высоте водосбора 0–500 м БС**

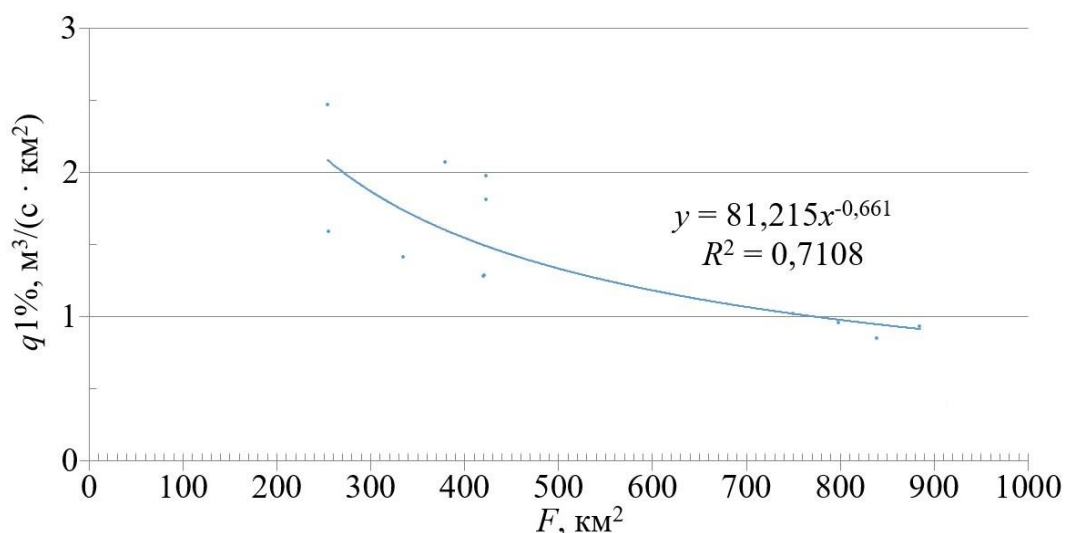
Figure 2 – Flow rate ranking by watershed elevation 0–500 m BS



R^2 – коэффициент корреляции / R^2 – correlation coefficient

**Рисунок 3 – Ранжирование модуля стока
по высоте водосбора 500–1000 м БС**

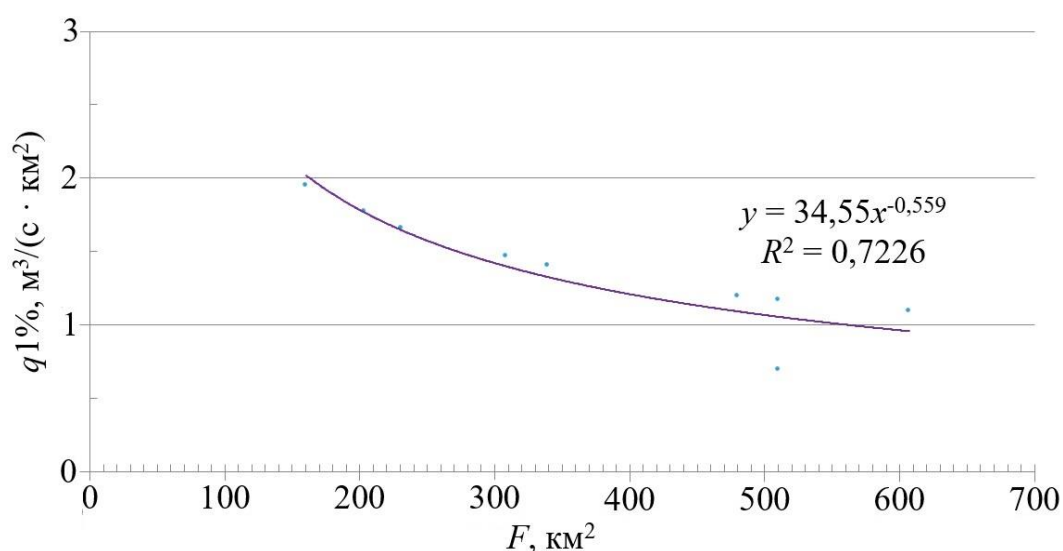
Figure 3 – Flow rate ranking by watershed elevation 500–1000 m BS



R^2 – коэффициент корреляции / R^2 – correlation coefficient

**Рисунок 4 – Ранжирование модуля стока
по высоте водосбора 1000–1500 м БС**

Figure 4 – Flow rate ranking by watershed elevation 1000–1500 m BS



R^2 – коэффициент корреляции / R^2 – correlation coefficient

**Рисунок 5 – Ранжирование модуля стока
по высоте водосбора 1500–2500 м БС**

Figure 5 – Flow rate ranking by watershed elevation 1500–2500 m BS

К первой группе с высотой водосбора 0–500 м БС относятся расчетные створы 1–3, 5–27, что составляет 42 % от общего количества.

Ко второй группе с высотой водосбора 500–1000 м БС относятся расчетные створы 28–45. Данная группа вторая по количеству расчетных створов (18, это 27 % от общего количества).

К третьей группе с высотой водосбора 1000–1500 м БС относятся расчетные створы 46–57.

К четвертой группе с высотой водосбора 1500–2500 м БС относятся расчетные створы 58–65. В данную группу вошли девять расчетных створов, что составило 13 %.

Для оценки возможности применения данных уравнений для решения поставленной задачи было проведено исследование, суть которого заключалась в сопоставлении расходов воды, полученных с расчетных кривых, и справочных данных (таблица 2). Расходы воды вычислялись через модуль стока и площадь водосбора [19].

Таблица 2 – Сопоставление расчетных и справочных данных

Table 2 – Comparison of calculated and reference data

Река	Расчетный створ	Расход воды, м ³ /с		Погрешность, %
		по справочным данным	расчетный	
1	2	3	4	5
Котлама	устье	422	599,6	–29,6
	после впадения р. Маскага	393	580	–32
	до впадения р. Маскага	236	450,2	–47,6
Западный Дагомыс	п. Дагомыс	532,7	371,8	43,3
Шапсухо	устье	694	619,3	12,1
Адерба	п. Светлый	229,86	407,6	–43,6
Вулан	устье	663	604	9,8
	после впадения р. Текос (п. Архипо-Осиповка)	644	596,5	8
	до впадения р. Текос	510	532,7	–4,3
Нечепсухо	до впадения р. Псебе	422	483	–12,6
Вулан	п. Архипо-Осиповка	929,4	590,7	57
Нечепсухо	устье	588	569,7	3
Шапсухо	до впадения р. Гремучая	495	524	–5
	после впадения р. Гремучая	594	573,3	3,6
Вулан	после впадения р. Левая Щель	477	513	–7
Нечепсухо	с. Новомихайловский	578	564,7	2,4
Вулан	до впадения р. Левая Щель	308	413	–25
Пшада	устье	762	648,9	17
Пшада	с. Береговое	752	643,7	16,8
Пшада	у слияния с р. Догуаб	712	628,3	13
Туапсе	устье	754	645,8	16,7
Шапсухо	до впадения р. Синявка	314	417	–24,7
Туапсе	до впадения р. Пшенахо	408	475,6	–14

Продолжение таблицы 2

Table 2 continued

1	2	3	4	5
Туапсе	после впадения р. Пшенахо	598	574,7	4
Пшада	в 300 м ниже впадения р. Папай	394	468,7	–15,9
Хоста	п. Хоста	476,5	452	5
Аше	п. Аше	629,9	720	–12
Куапсе	п. Мамедова Щель	186,5	156	19
Псезуапсе	устье	678	734,7	–7,7
Сочи	устье г. Сочи	682	742,5	–8
Сочи	г. Сочи	889,3	742,5	19,8
Псезуапсе	с. Татьяновка	637	687	–7,3
Сочи	п. Навагинское	663	721	–8
Псезуапсе	до впадения р. Хаджике	357	405,8	–12
Сочи	после впадения р. Агва (п. Пластунка)	608	663,2	–8
Сочи	п. Пластунка	689,3	663,2	3,9
Шахе	устье	1468	1026	43,1
Псезуапсе	после впадения р. Хаджике	530	585	–9
Сочи	до впадения р. Агва	522	578,8	–9,8
Шахе	после впадения р. Кичмай	932	983	–5,2
Шахе	до впадения р. Кичмай	873	930,9	–6
Сочи	после впадения р. Ац	486	541,6	–10,3
Сочи	до впадения р. Ац	452	503,8	–10,3
Шахе	п. Солох-Аул	837	631	32,6
Шахе	после впадения р. Бзыч	784	607,8	29
Шахе	до впадения р. Бзыч	628	530,7	18
Шахе	п. Солох-Аул	765,0	631	21
Псоу	устье	540	630	–14,3
Псоу	с. Леселидзе	536	629,4	–14,8
Псоу	до впадения р. Хипста	472	583	–19
Мзымта	устье	824	810,3	1,7
Мзымта	п. Кепш	765	782,4	–2
Псоу	после впадения р. Ах-Чха	405	531,4	–23,8
Мзымта	после устья р. Чвежипсе	765	766,1	–0,14
Мзымта	х. Казачий Брод	714,2	795,8	–10
Псоу	до впадения р. Беш	312	324	–3,7
Псоу	после впадения р. Беш	360	359,8	0,06
Мзымта	до устья р. Чвежипсе	664	583,2	13,8
Мзымта	п. Красная Поляна	597	540,1	10
Мзымта	п. Красная Поляна	357,0	540,1	–33,9
Мзымта	после устья р. Лаура	576	526	9
Мзымта	до устья р. Лаура	478	451,1	6
Мзымта	после устья р. Пслух	453	432,4	4,8
Мзымта	до устья р. Пслух	384	381	0,8

В среднем погрешность составила порядка 25 %. Погрешность более 30 % зафиксирована в 10 расчетных створах. В предложенном методе от-

мечена тенденция к завышенным значениям по сравнению со справочными данными.

Выводы. Район исследований весьма сложен и специфичен, в гидрологическом отношении характеризуется недостаточной изученностью, а существующая методика разработана во второй половине 20 века, в связи с чем возникает необходимость в ее усовершенствовании для выполнения расчетов с более высокой точностью измерения.

Полученные в результате исследования расчетные уравнения модуля стока 1% обеспеченности в диапазоне высот 0–500 и 500–1000 м БС являются весьма достоверными и могут быть использованы для расчета заданной величины.

Из-за недостатка сети наблюдательных постов и, соответственно, отсутствия исходных данных погрешность измерений в среднем составила 25 %, а в 10 расчетных створах – более 30 %. Поэтому для повышения точности уравнений в высотном диапазоне 1000–1500 и 1500–2500 м БС, наряду с имеющимися данными, рекомендуется использовать дополнительные расчетные створы в соответственном диапазоне высот.

Список источников

1. Панов В. Д., Базелюк А. А., Лурье П. М. Реки Черноморского побережья Кавказа: гидрография и режим стока. Ростов н/Д.: Дон. изд. дом, 2012. 605 с.
2. Аполлов Б. А., Калинин Г. П., Комаров В. Д. Курс гидрологических прогнозов. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 419 с.
3. Важнов А. Н. Анализ и прогнозы стока рек Кавказа. М.: Гидрометеиздат, 1966. 273 с.
4. Кучмент Л. С., Гельфан А. Н., Демидов В. Н. Пространственная модель формирования тало-дождевого стока горной реки (на примере Верхней Кубани) // Метеорология и гидрология. 2010. № 12. С. 76–87.
5. Расчет максимального стока по региональным коэффициентам / Г. А. Сенчуков, В. Д. Гостищев, Т. С. Пономаренко, А. В. Бреева // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2021. № 4. С. 42–49. <https://doi.org/10.17308/geo.2021.4/3749>.
6. Районирование коэффициента редукиции стока рек Черноморского побережья Краснодарского края / Т. С. Пономаренко, А. В. Бреева, С. В. Ковалев, Д. В. Мартынов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2020. № 2(78). С. 45–49.
7. Вуглинский В. С., Высоцкий Д. В., Яковлева Т. И. Мониторинг поверхностных водных объектов в России // Метеорология и гидрология. 2021. № 6. С. 77–88. DOI: 10.52002/0130-2906-2021-6-77-88.

8. Виноградова Т. А., Виноградов А. Ю. Гидрология: соотношение теоретической и прикладной гидрологии // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2020. Т. 2, вып. 2. С. 102–111. <https://doi.org/10.34753/HS.2020.2.2.102>.
9. Христофоров А. В., Юмина Н. М., Белякова П. А. Прогноз паводкового стока рек Черноморского побережья Кавказа с заблаговременностью одни сутки // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2015. № 3. С. 50–57.
10. Виноградов А. Ю., Догановский А. М., Обязов В. А. Существующие проблемы гидрологических расчетов. Ч. 1 // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2019. Т. 1, № 1. С. 143–159. DOI: 10.34753/HS.2019.1.1.004.
11. Гуревич Е. В., Марков М. Л. Характеристика минимального стока рек в бассейне р. Кубань // Метеорология и гидрология. 2019. № 9. С. 66–76.
12. Пономаренко Т. С., Бреева А. В. К вопросу автоматизации гидрологических расчетов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2021. № 4(84). С. 65–69.
13. Геращенко И. Н. Особенности гидрографии и гидрологии Северного Кавказа // Таврический научный обозреватель. 2017. № 3-1(20). С. 106–113.
14. Гидрология реки Бзыбь (инженерно-геологическое описание, сток воды и наносов) / под ред. Г. Г. Сванидзе. Тбилиси: Изд-во Тбилис. ун-та, 1981. 144 с.
15. Кузин Л. С., Бабкин В. И. Географические закономерности гидрологического режима рек. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 200 с.
16. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 9. Закавказье и Дагестан. Вып. 1. Западное Закавказье / под ред. Г. Н. Хмаладзе. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 424 с.
17. Определение основных расчетных гидрологических характеристик: СП 33-101-2003: утв. Госстроем России 26.12.03. М.: Госстрой России, 2004. 85 с.
18. Шмидт Т. С. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 444 с.
19. Лучшева А. А. Практическая гидрология. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 440 с.

References

1. Panov V.D., Bazelyuk A.A., Lurie P.M., 2012. *Reki Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza: gidrografiya i rezhim stoka* [Rivers of the Black Sea Coast of the Caucasus: Hydrography and Flow Regime]. Rostov-on-Don, Don. Publ., 605 p. (In Russian).
2. Apollov B.A., Kalinin G.P., Komarov V.D., 1974. *Kurs gidrologicheskikh prognozov* [Course of Hydrological Forecasts]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 419 p. (In Russian).
3. Vazhnov A.N., 1966. *Analiz i prognozy stoka rek Kavkaza* [Analysis and Forecasting of the Caucasus River Runoff]. Moscow, Gidrometeoizdat Publ., 273 p. (In Russian).
4. Kuchment L.S., Gel'fan A.N., Demidov V.N., 2010. *Prostranstvennaya model' formirovaniya talo-dozhdevogo stoka gornoy reki (na primere Verkhney Kubani)* [A spatial model of snowmelt-rainfall runoff formation of the mountain river (by the example of the Upper Kuban river)]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], no. 12, pp. 76–87. (In Russian).
5. Senchukov G.A., Gostishchev V.D., Ponomarenko T.S., Breeva A.V., 2021. *Raschet maksimal'nogo stoka po regional'nym koeffitsientam* [Calculation of maximum flow by regional coefficients]. *Vestnik VGU. Seriya: Geografiya. Geoekologiya* [Bulletin of VGU. Series: Geography. Geoecology], no. 4, pp. 42–49, <https://doi.org/10.17308/geo.2021.4/3749>. (In Russian).
6. Ponomarenko T.S., Breeva A.V., Kovalev S.V., Martynov D.V., 2020. *Rayonirovanie koeffitsienta reduktzii stoka rek Chernomorskogo poberezh'ya Krasnodarskogo kraja* [Zoning of reduction coefficient of the river runoff of the Black Sea coast of Krasnodar Territory]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 2(78), pp. 45–49. (In Russian).

7. Vuglinskii V.S., Vysotskii D.V., Yakovleva T.I., 2021. *Monitoring poverkhnostnykh vodnykh ob"ektov v Rossii* [Monitoring of surface water bodies in Russia]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], no. 6, pp. 77-88, DOI: 10.52002/0130-2906-2021-6-77-88. (In Russian).
8. Vinogradova T.A., Vinogradov A.Yu., 2020. *Gidrologiya: sootnoshenie teoreticheskoy i prikladnoy gidrologii* [Hydrology: relation between theoretical and applied hydrology]. *Gidrosfera. Opasnye protsessy i yavleniya* [Hydrosphere. Hazard Processes and Phenomena], vol. 2, no. 2, pp. 102-111, <https://doi.org/10.34753/HS.2020.2.2.102>. (In Russian).
9. Khristoforov A.V., Yumina N.M., Belyakova P.A., 2015. *Prognoz pavodkovogo stoka rek Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza s zablagovremennost'yu odni sutki* [A one-day lead time flood forecast for the Caucasus Black Sea coast rivers]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Moscow University Bulletin. Series 5: Geography], no. 3, pp. 50-57. (In Russian).
10. Vinogradov A.Yu., Doganovsky A.M., Obyazov V.A., 2019. *Sushchestvuyushchie problemy gidrologicheskikh raschetov. Ch. 1* [Existing issues of hydrology calculations. Pt. 1]. *Gidrosfera. Opasnye protsessy i yavleniya* [Hydrosphere. Hazard Processes and Phenomena], vol. 1, no. 1, pp. 143-159, DOI: 10.34753/HS.2019.1.1.004. (In Russian).
11. Gurevich E.V., Markov M.L., 2019. *Kharakteristika minimal'nogo stoka rek v bassejne r. Kuban'* [Characteristics of minimum river runoff in the Kuban river basin]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], no. 9, pp. 66-76. (In Russian).
12. Ponomarenko T.S., Breeva A.V., 2021. *K voprosu avtomatizatsii gidrologicheskikh raschetov* [On the issue of automation of hydrological calculations]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 4(84), pp. 65-69. (In Russian).
13. Gerashchenko I.N., 2017. *Osobennosti gidrografii i gidrologii Severnogo Kavkaza* [Peculiarities of hydrography and hydrology of the North Caucasus]. *Tavricheskiy nauchnyy obozrevatel'* [Tavrishesky Scientific Explorer], no. 3-1(20), pp. 106-113. (In Russian).
14. Svanidze G.G., 1981. *Gidrologiya reki Bzyb' (inzhenerno-geologicheskoe opisanie, stok vody i nanosov)* [Hydrology of the Bzyb River (Engineering and Geological Description, Water and Sediment Runoff)]. Tbilisi, Tbilisi University Publ., 144 p. (In Russian).
15. Kuzin L.S., Babkin V.I., 1979. *Geograficheskie zakonomernosti gidrologicheskogo rezhima rek* [Geographical Patterns of the Hydrological Regime of Rivers]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 200 p. (In Russian).
16. Khmaladze G.N., 1974. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. T. 9. Zakavkaz'e i Dagestan. Vyp. 1. Zapadnoe Zakavkaz'e* [Surface Water Resources of the USSR. Vol. 9. Transcaucasia and Dagestan. Iss. 1. Western Transcaucasia]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 424 p. (In Russian).
17. SP 33-101-2003. *Opredelenie osnovnykh raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik* [Determination of the main calculated hydrological characteristics]. 2004, 85 p. (In Russian).
18. Shmidt T.S., 1984. *Posobie po opredeleniyu raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik* [Handbook for Determining Calculated Hydrological Characteristics]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 444 p. (In Russian).
19. Luchsheva A.A., 1976. *Prakticheskaya gidrologiya* [Practical Hydrology]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 440 p. (In Russian).

Информация об авторах

Т. С. Пономаренко – научный сотрудник;
А. Н. Рыжаков – научный сотрудник;
А. В. Бреева – младший научный сотрудник.

Information about the authors

T. S. Ponomarenko – Researcher;

A. N. Ryzhakov – Researcher;

A. V. Breeva – Junior Researcher.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других нарушений в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for detecting plagiarism, self-plagiarism and other ethical violations in scientific publications

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 04.05.2022; одобрена после рецензирования 05.07.2022; принята к публикации 12.07.2022.

The article was submitted 04.05.2022; approved after reviewing 05.07.2022; accepted for publication 12.07.2022.