

Гидрометеорология и экология. 2022. № 68. С. 452—462.  
Hydrometeorology and Ecology. 2022;(68):452—462.

Научная статья  
УДК 556.535.3(282.247.44)  
doi: 10.33933/2713-3001-2022-68-453-462

## **Расчет максимальных расходов воды дождевых паводков рек Азербайджана**

*Айтан Руфат гызы Магеррамова*

Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан,  
meherremova.ayten@inbox.ru

*Аннотация.* Статья посвящена расчету максимальных расходов воды дождевых паводков рек Азербайджана по формуле предельной интенсивности. Уточнены все основные параметры данной формулы. Построена новая карта максимальных суточных осадков 1%-ной обеспеченности с использованием данных наблюдений за последние годы. Установлено, что время склонового добега для рассмотренных малых рек изменяется в пределах 52—200 мин. Значения сборного коэффициента стока составляет 0,20—0,40. Показано, что в результате уточнения параметров формулы предельной интенсивности медианное значение погрешностей расчета уменьшилось на 9 %.

*Ключевые слова:* дождевой паводок, максимальный расход воды, формула предельной интенсивности, коэффициент стока, время добега.

*Для цитирования:* Магеррамова А. Р. Расчет максимальных расходов воды дождевых паводков рек Азербайджана // Гидрометеорология и экология. 2022. № 68. С. 452—462. doi: doi: 10.33933/2713-3001-2022-68-453-462.

Original article

## **Calculation of the maximum water discharges of flood in Azerbaijan rivers**

*Ayten Rufat Maharramova*

Baku State University, Baku, Azerbaijan, meherremova.ayten@inbox.ru

*Summary.* The article is devoted to the calculation of the maximum water discharges of rain floods in the rivers of Azerbaijan, according to the formula of maximum intensity, which has been used by the country's design institutes for many years. It is noted that, as in all mountainous countries, the conditions for the formation of the maximum flow of river in Azerbaijan change depending on the altitudinal position of the river catchment. The maximum water discharges of rivers originating in the middle and high mountains (2000 m and more) are formed as a result of snow melting. With a decrease in the height of the catchment area, the role of rainwater increases, and the maxima of rain origin predominate in the regime of rivers. The article uses information on the maximum instantaneous water discharges of 19 rivers, the basins of which are located in different regions of Azerbaijan, morphometric indicators of these rivers and their watersheds, daily precipitation maxima, as well as a soil map at a scale of 1:500,000. All the main parameters of the maximum intensity formula have been refined: the values of the daily maximum precipitation of 1 %

exceedance probability, the runoff coefficient and the relative maximum runoff modulus of 1 % exceedance probability. Using data from 75 meteorological stations, a new map of maximum daily precipitation with 1 % exceedance probability was built. It has been established that the slope travel time for the considered small rivers varies within 52—200 minutes. The value of the runoff coefficient is 0.20—0.40. It is shown that by refining the main parameters of the maximum intensity formula, it was possible to improve the accuracy of calculations of the maximum water discharges of rain floods in the rivers of Azerbaijan. For the considered rivers, the calculation errors vary within 1—238 %. The median value of these errors is 38 %. For comparison, according to earlier calculations, these figures were 4—128 % and 47 %, respectively. Thus, as a result of refinement of the parameters of the maximum intensity formula, the median value of the calculation errors decreased by 9 %.

*Keywords:* rain flood, maximum water discharge, limiting intensity formula, runoff coefficient, travel time.

*For citation:* Maharramova A. R. Calculation of the maximum water discharges of flood in Azerbaijan rivers. *Gidrometeorologiya i Ekologiya = Journal of Hydrometeorology and Ecology*. 2022;(68):452—462. (In Russ.). doi: doi: 10.33933/2713-3001-2022-68-453-462.

## Введение

В настоящее время в Азербайджане строятся новые автомобильные и железные дороги, возводятся мосты, проектируются солнечные и ветряные электростанции, в засушливых районах, подверженных наводнениям, расширяются посевные площади. Для реализации этих проектов требуется расчет максимальных расходов рек. В то же время на максимальный расход воды рек и временных водотоков влияют и антропогенные факторы (чрезмерный выпас скота в летних пастбищах, вырубка лесов и др.). Территория страны также очень чувствительна к изменению климата, и, несмотря на снижение годового количества осадков, увеличиваются частота паводков и максимальные расходы воды.

Как и во всех горных странах, условия формирования максимального расхода воды рек в Азербайджане изменяются в зависимости от высотного положения речного водосбора. Максимальные расходы воды рек, берущих начало в среднегорье и высокогорье (2000 м и более), образуются в результате таяния снега. С уменьшением высоты водосбора возрастает роль дождевых вод, и в режиме рек преобладают максимумы дождевого происхождения [1].

В ранее выполненных исследованиях, посвященных изучению дождевых паводков на реках Азербайджана, были выявлены особенности формирования паводков и составлена карта максимального стока [2], проанализировано количество паводков в течение года, время их прохождения, коэффициент паводочности [1], на стоковых площадках экспериментально изучены факторы максимального стока [3], установлены закономерности многолетних колебаний максимальных расходов воды [4].

Средний максимальный модуль стока рек по высотным поясам изменяется в пределах 5—500 л/с×км<sup>2</sup>. В годы экстремальной водности максимальные расходы бывают в несколько раз больше (4870 л/с×км<sup>2</sup> на р. Тангерю, 3690 л/с×км<sup>2</sup> на р. Вешарю) [1].

Для расчета максимального расхода воды дождевых паводков неизученных рек Азербайджана предлагались зависимости максимального модуля стока от средней высоты водосбора [1, 5], иногда редуционные формулы [6]. Формула предельной интенсивности использовалась лишь в нескольких работах [1, 7, 8]. Эту формулу в практических расчетах применяют и проектные институты страны.

Известно несколько типизаций расчетных формул максимального стока дождевых паводков. В бывшем СССР, а теперь и в России эти методы делятся на три основные группы: редуционные формулы, формулы предельной интенсивности стока и объемные формулы [9]. В методических указаниях Всемирной метеорологической организации по гидрологической практике выделяют две основные группы: эмпирические методы и методы, основанные на моделях «осадки—сток» [10].

Основой *эмпирических методов* являются экспериментальные связи между определенным показателем максимального стока (средняя многолетняя величина или расход воды определенной обеспеченности) и различными физико-географическими параметрами (площадь и средняя высота водосбора и т.д.). К этой группе относятся редуционные формулы, зависимости максимального модуля стока от средней высоты водосбора для однородных гидрологических районов, уравнения множественной регрессии. Геологическая служба США (USGS), Федеральное дорожное управление (FHWA) и Федеральное агентство по чрезвычайным ситуациям (FEMA) составили 2065 регрессионных уравнений для 289 однородных гидрологических районов. Из-за того, что ряды наблюдений часто бывают короткими, погрешности расчетов по этим уравнениям составляют 15—100 % [11].

В *группу методов, основанных на моделях «осадки—сток»*, входят рациональный метод и методы единичного гидрографа.

Известно, что, исходя из рационального метода, максимальный расход воды рассчитывается по интенсивности дождей редкой повторяемости. Этот метод, широко используемый в США и в других западных странах, соответствует методу предельной интенсивности. Основные недостатки метода предельной интенсивности (неточное определение скорости стекания воды и времени добегания, предельной интенсивности осадков и коэффициента стока) характерны и для рационального метода [12]. Несмотря на эти недостатки, рациональный метод считается простым и надежным, поэтому широко используется в гидрологических расчетах с 1850 г. [13].

Основная идея метода единичного гидрографа заключается в том, что при продолжительности эффективной части осадков, близкой к суткам, продолжительность вызываемых ими паводков примерно одинакова. После вычитания грунтовых вод ординаты таких гидрографов паводка пропорциональны слою паводочного стока. Позднее метод единого гидрографа был усовершенствован, и из гидрографов, рассчитанных по суточным максимальным осадкам, были получены единичные гидрографы, соответствующие дождям различной продолжительности. Для этого был разработан метод «S-гидрограф». Для построения как единичного гидрографа, так и S-гидрографа требуются данные о дожде и расходе воды, вызванного им паводка. Позже была выявлена взаимосвязь между параметрами единичного гидрографа и морфометрическими параметрами речного бассейна, и таким образом разработан метод синтетического единичного гидрографа [13].

Д.Л. Соколовский отмечал, что в ближайшей перспективе вместо разработки новых формул для расчета максимальных расходов воды следует уточнять странственные параметры, входящие в существующие формулы [12].

Действительно, приведенный выше краткий обзор существующих методов расчета максимального стока дождевых паводков показывает, что они были разработаны в середине XIX века (рациональный метод, редуционные формулы), в начале XX века (метод единичного гидрографа, формула предельной интенсивности) и до сих пор используются в мировой практике [14, 15].

Основная задача статьи — уточнение параметров формулы предельной интенсивности с целью повышения точности расчета максимальных расходов дождевых паводков на реках Азербайджана.

### Материалы и методы исследования

В работе использована информация о максимальных мгновенных расходах воды 19 рек, бассейны которых расположены в разных регионах Азербайджана. Собраны данные по морфометрическим показателям этих рек и их водосборов. Выполнен анализ суточных максимумов осадков, а также почвенной карты масштаба 1:500000. В настоящее время в проектных институтах Азербайджана максимальные расходы дождевых паводков рассчитывается по формуле предельной интенсивности стока [16]. Уточнены основные параметры этой формулы, составлена новая карта суточного максимума осадков 1%-ной обеспеченности. Выполнена оценка погрешности вычислений.

### Обсуждение результатов

До сих пор проектные организации Азербайджана для расчета максимального расхода дождевых паводков рек и временных водотоков используют нормативные документы, принятые в бывшем СССР [16]. Эти документы содержат два типа формул для расчета максимального расхода: формулы редуционного типа (эмпирические формулы) и формулы предельной интенсивности (полуэмпирические формулы). Учитывая, что зависимости  $Q_{\max} = f(F)$  в Азербайджане выявлены для всех гидрологических районов [1, 6] и их применение не вызывает трудностей, в данном исследовании редуционные формулы не рассматривались.

В соответствии с вышеуказанными документами формула предельной интенсивности используется для расчета максимального расхода малых рек ( $F < 100 \text{ км}^2$ ) со средней высотой водосбора в пределах 500—2000 м [16]:

$$Q_{p\%} = A_{1\%} \varphi H_{1\%} F \delta \lambda_{p\%}, \quad (1)$$

где  $Q_{p\%}$  — максимальный мгновенный расход воды  $P$  %-ной обеспеченности;  $A_{1\%}$  — максимальный модуль стока 1%-ной обеспеченности, выраженный в долях произведения  $\varphi H_{1\%}$ , т. е.,  $A_{1\%} = \frac{q_{1\%}}{\varphi H_{1\%}}$ ;  $\varphi$  — сборный коэффициент стока;  $H_{1\%}$  —

максимальный суточный слой осадков 1%-ной обеспеченности;  $F$  — площадь водосбора;  $\delta$  — коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды проточными озерами;  $\lambda_{p\%}$  — переходный коэффициент от максимальных мгновенных расходов воды 1%-ной обеспеченности к максимальным расходам воды другой вероятности превышения.

Формула предельной интенсивности уже много лет используется в практике гидрологических расчетов. В 1970 г. эта формула была усовершенствована в Государственном гидрологическом институте и включена в нормативный документ, вступивший в силу в 1972 г. В справочной книге по поверхностным водным ресурсам Азербайджана также использовалась формула предельной интенсивности, но в другой форме записи [7].

Принципиальным положительным моментом формулы (1) является то, что коэффициент стока, включенный в предыдущий вариант формулы предельной интенсивности, был учтен с помощью «сборного коэффициента стока». Помимо выполнения роли коэффициента стока «сборный коэффициент стока» имеет также функцию привязки вычисленных значений максимального модуля стока к фактическим данным. «Сборный коэффициент стока» для равнинных рек рассчитывается отдельно для каждой реки по данным наблюдений в рассматриваемом гидрологическом районе, а полученные значения обобщаются по району. В связи со сложностью условий формирования максимального стока в горных районах отсутствует связь между «сборным коэффициентом стока» и средним уклоном водосбора [17]. По этой причине значения этого коэффициента даны по горным странам (Кавказ, Средняя Азия, Карпаты) и типам почв. Значения его для рек Кавказа колеблются от 0,10 (полупустынно-степные почвы) до 0,80 (бурые горно-лесные почвы) [16].

Сравнительный анализ значений максимальных расходов воды для 19 рек Азербайджана, рассчитанных по формуле предельной интенсивности и полученных в результате наблюдений, показал, что для большинства рек (16 рек) значения максимальных расходов воды, рассчитанные по формуле предельной интенсивности значительно выше рассчитанных величин (в среднем 58 %, максимум 128 %) [7]. Это связано с тем, что наблюдаемый (фактический) максимальный расход в бассейнах малых рек не в полной мере отражает их реальные значения.

М. А. Мамедов также применил формулу предельной интенсивности и пришел к выводу, что полученные результаты приемлемы с точки зрения практических расчетов [1]. Однако значения максимального расхода, рассчитанные по формуле (1) в 20 % случаев отличаются на 100 % и более от фактических данных наблюдений [17].

Для рек Азербайджана коэффициент  $\delta$ , учитывающий снижение максимального расхода проточными озерами в формуле (1), принят за единицу, поскольку лишь в бассейнах нескольких рек (Агсучай, Шамкирчай) имеются такие озера. Для расчета максимального расхода воды 1 %-обеспеченности переходные коэффициенты ( $\lambda_{p\%}$ ) также не требуются. С учетом вышесказанного, для модуля максимального стока 1%-ной обеспеченности ( $q_{1\%}$ ) формулу (1) можно записать в следующем виде:

$$q_{1\%} = A_{1\%} \varphi H_{1\%}. \quad (2)$$

Таким образом, основными параметрами формулы предельной интенсивности являются значения суточного максимального слоя осадков 1%-ной обеспеченности ( $H_{1\%}$ ), коэффициент стока ( $\varphi$ ) и относительный максимальный модуль стока 1%-ной обеспеченности ( $A_{1\%}$ ).

Относительный максимальный модуль стока 1%-ной обеспеченности ( $A_{1\%}$ ) определяется по гидроморфометрической характеристике русла и времени склонового добега. Для горных рек время склонового добега рекомендуется принимать равным примерно 10 мин, при этом отмечается, что этот параметр может быть уточнен по гидроморфометрической характеристике склона и номеру района, к которому относятся кривые редуции осадков [16].

Для каждой рассматриваемой реки пересчитано время склонового добега (табл. 1).

Таблица 1

Расчет максимальных расходов воды по формуле предельной интенсивности стока  
Calculation of the maximum water discharges using the formula of maximum intensity

№	Река — пункт	$F$ , км <sup>2</sup>	$q_{1\%}$ , л/с×км <sup>2</sup>	Склоновое время добега, мин	$H_{1\%}$ , мм	$\varphi$	$Q_{\text{макс}, 1\%}$ , м <sup>3</sup> /с		Разница максимальных расходов воды	
							Набл.	Рассч.	м <sup>3</sup> /с	%
1	Чигаджугчай — Рустов	71,5	1,61	77	95	0,20	115	204	88,7	77
2	Дивичичай — Халфалар	132	1,29	74	95	0,20	170	401	231	136
3	Зоголовойчай — Мейсары	31,8	2,83	87	90	0,25	90	93	3	3
4	Дастафюрчай — Карагуллар	27,9	1,46	122	70	0,20	40,7	35,2	5,5	14
5	Дастафюрчай — Дастафюр	68,4	0,88	181	60	0,25	59,8	61,6	1,7	3
6	Гераньчай — Юхары Агджа-кенд	144	0,73	77	95	0,20	105	356	250	238
7	Инчай — Гюлистан	63	1,48	75	70	0,20	93,2	115	21,5	23
8	Турагайчай — Магавуз	162	0,87	126	75	0,20	140	207	66,5	47
9	Ахчай — Фильфили	99	1,49	75	75	0,20	148	223	75,3	51
10	Бумчай — Бум	96	1,20	76	75	0,20	115	216	101	88
11	Дамирапаранчай — Кутгашен (Габала)	126	1,11	97	70	0,20	140	212	71,8	51
12	Ахохчай — Ханагя	66,4	1,96	138	75	0,25	130	112	18	14
13	Баллуджа — Баллуджа	77,1	0,91	128	70	0,20	70,2	97,1	26,9	38
14	Питикет — Бадара	24	1,79	119	70	0,30	43	45,4	2,4	6
15	Геоктепе — Пришиб	126	0,56	200	90	0,20	70,7	90,7	20	28
16	Маталачай — Халфалар	79,3	0,79	193	100	0,20	63	63,4	0,4	1
17	Вешарю — Даштатук	167	3,65	52	110	0,40	609	284	326	53
18	Тангерю — Ваго	153	4,83	87	130	0,30	739	716	23	3
19	Истисучай — Алаша	60	3,08	85	130	0,20	185	187	2,4	1

Как видно из табл. 1, расчетные значения времени склонового добега колеблются в пределах 52—200 мин. Следует отметить, что ранее при расчете максимального расхода воды время добега для всех 19 рек принималось равным 60 мин [7].

Таким образом, значения относительного максимального модуля стока 1%-ной обеспеченности были определены по уточненным значениям гидроморфометрической характеристики русла и времени склонового добега (табл. 1).

Для неизученных речных бассейнов очень сложно рассматривать трансформацию дождевых вод в речной сток на склонах водосбора и в русле по отдельности. Поэтому в формулах предельной интенсивности трансформация интенсивности формирования стока учитывается для всего бассейна, не выделяя его составляющих: коэффициент стока определяется как отношение слоя паводочного стока к слою дождя, выпавшего за период, равный времени склонового добега стока.

Значения «сборного коэффициента стока» для всего Кавказа даны для 11 типов почв, и они изменяются от 0,10 (для полупустынных почв) до 0,80 (для тяжелых глинистых бурых горно-лесных почв) [16]. Для рассматриваемых рек оценки данного коэффициента были определены по преобладающему типу почвы на водосборе. Эти значения изменяются в пределах 0,20—0,40 (табл. 1).

Определение *суточного количества осадков 1%-ной обеспеченности* является одним из наиболее важных этапов в расчете максимального расхода дождевых паводков. Самый надежный способ решить эту проблему — составить карту слоя осадков указанной обеспеченности. Используя данные по 75 метеорологическим станциям, были рассчитаны суточные слои осадков 1%-ной обеспеченности [18] и составлена новая карта для территории Азербайджана (рис. 1).

По этой карте для каждого речного водосбора были определены суточные максимумы осадков 1%-ной обеспеченности.

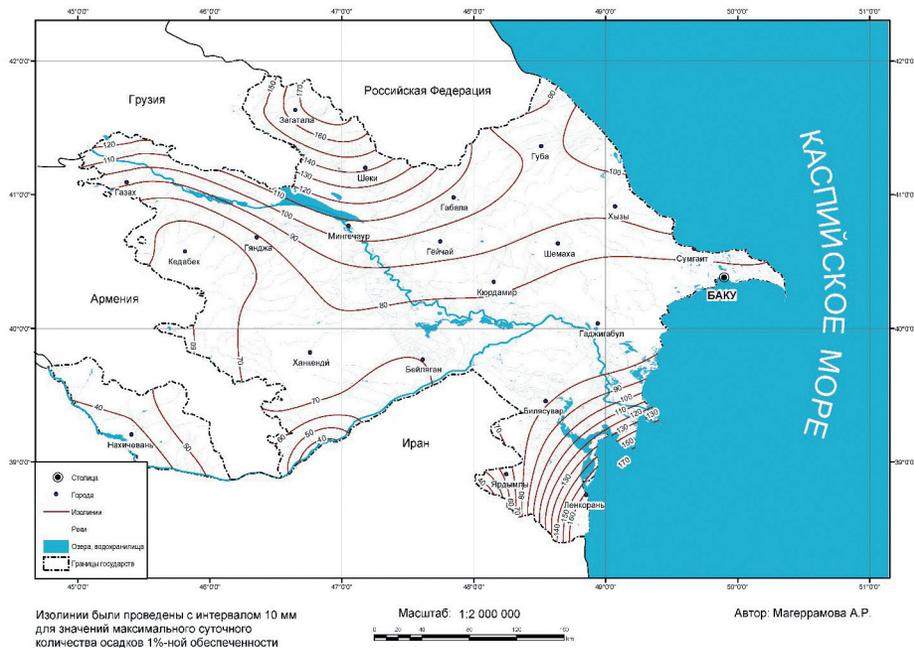


Рис. 1. Карта суточных максимумов жидких осадков 1%-ной обеспеченности.

Fig. 1. Map of daily maximum of liquid precipitation 1% probability.

По уточненным параметрам ( $A_{1\%}$ ,  $\phi$  и  $H_{1\%}$ ) рассчитаны максимальные расходы рассматриваемых рек (табл. 1). Погрешности расчета максимальных расходов воды колеблются в пределах 1—238 %, а медианное значение погрешностей составляет 38 %. Для сравнения с ранее выполненными расчетами, укажем, что эти цифры составляли соответственно 4—128 и 47 % [7].

### Выводы

Путем уточнения основных параметров формулы предельной интенсивности удалось повысить точность расчетов максимальных расходов воды дождевых паводков рек Азербайджана. Для 19 рассмотренных рек погрешности расчета изменяются в пределах 1—238 %. Медианное значение этих погрешностей составляет 38 %. Эта на 9 % меньше по сравнению с результатами расчетов с использованием формулы с неуточненными параметрами.

### Список источников

1. Мамедов М. А. Расчеты максимальных расходов воды горных рек. Л.: Гидрометеоздат, 1989. 184 с.
2. Рустамов С. Г. Карта максимального стока рек Азербайджана // Атлас Азербайджанской ССР. Баку—Москва, 1963. С. 73.
3. Махмудов Р. Н. Прогноз дождевых паводков горных рек Азербайджана. Баку: Зия, 2001. 230 с.
4. Иманов Ф. А., Гасанова Н. И. Многолетние колебания максимального стока горных рек // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2009. № 9. С. 40—45.
5. Гаджиева Н. Н. Паводковые реки Азербайджана и роль дождевых вод в их питании // Новости Бакинского университета. Серия естественных наук. 2004. № 4. С. 196—202.
6. Гумбатова Ш. Ю. Расчет максимального стока рек Гобустана // Труды Азербайджанского географического общества. Том XIV. Баку, 2009. С. 366—370.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 9, Вып. 4. Л.: Гидрометеоздат, 1971. 228 с.
8. Мансимов М. Р., Мусаева М. А. Методика расчета гидрологических характеристик неизученных рек южного склона Большого Кавказа (на примере бассейна реки Балаканчай) // Водные проблемы, наука и технологии. Баку, 2021. № 2 (18). С. 44—57.
9. Владимиров А. М. Гидрологические расчеты. Л.: Гидрометеоздат, 1990. 265 с.
10. ВМО-№ 168. Руководство по гидрологической практике. Том II. Управление водными ресурсами и практика применения гидрологических методов. 2012. 324 с.
11. Jennings M. E., Thomas W. O., Riggs H. C. Nationwide summary of U.S. Geological Survey regional regression equations for estimating magnitude and frequency of floods for ungaged sites. Water-Resources Investigations Report 94-4002, United States Geological Survey, Reston, VA, 1994.
12. Соколовский Д. Л. Речной сток. Л.: Гидрометеоздат, 1968. 539 с.
13. David A. Chin. Water-resources Engineering (Second edition). Pearson education International. USA, New Jersey, 2006. 572 p.
14. Белоногова Н. А., Виноградов А. Ю., Виноградова Т. А., Догановский Д. А., Кондратьев А. Н., Марков М. Л., Минаев А. Н., Мотовилов Б. Л., Никитина И. С., Салминен Э. О. О времени добега и гидроморфометрических характеристиках водотоков при расчетах ливневых паводков на малых неизученных реках лесной зоны // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2016. № 217. С. 91—107.
15. Дускаев К. К., Чигринец А. Г., Мусина А. К., Жанабаева Ж. А., Ахметова С. Т., Ермаш Е. К. Оценка максимальных расходов воды рек города Алматы // Гидрометеорология и экология. 2019. № 2. С. 96—110.

16. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 447 с.
17. Евстигнеев В. М. Речной сток и гидрологические расчеты. М.: Изд-во МГУ, 1990. 340 с.
18. Магеррамова А. П. Анализ распределения максимальных суточных осадков на территории Азербайджана // Известия Бакинского университета. Серия естественных наук. 2017. № 2. С. 131—142.

### *References*

1. Mamedov M. A. *Raschety maksimal'nykh raskhodov vody gornyykh rek = Calculations of the maximum water flow in mountain rivers*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1989: 184 p. (In Russ.).
2. Rustamov S. G. Map of the maximum runoff of the rivers of Azerbaijan. *Atlas Azerbaidzhanskoi SSR = Atlas of the Azerbaijan SSR*. Baku—Moscow, 1963: 73. (In Russ.).
3. Makhmudov R. N. *Prognoz dozhdevykh pavorodkov gornyykh rek Azerbaidzhana = Forecast of rain floods in the mountain rivers of Azerbaijan*. Baku: Ziya, 2001: 230 p. (In Russ.).
4. Imanov F. A., Gasanova N. I. Long-term fluctuations of the maximum runoff of mountain rivers. *Uchenye zapiski Rossiiskogo Gosudarstvennogo Gidrometeorologicheskogo Universiteta = Scientific notes of the Russian State Hydrometeorological University*. 2009;(9):40—45. (In Russ.).
5. Gadzhieva N. N. Flood rivers of Azerbaijan and the role of rainwater in their nutrition. *Novosti Bakinskogo Universiteta. Seriya po estestvennym naukam = News of the Baku University. Natural Sciences Series*. 2004;4:196—202. (In Azerb.).
6. Gumbatova Sh. Yu. Calculation of the maximum runoff of the rivers of Gobustan. *Trudy Azerbaidzhanskogo geograficheskogo obshchestva. Tom XIV = Proceedings of the Azerbaijan Geographical Society. Volume XIV*. Baku, 2009:366—370. (In Azerb.).
7. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. T. 9, Vyp. 4 = Resources of surface waters of the USSR. Vol. 9, Issue 4*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1971: 228 p. (In Russ.).
8. Mansimov M. R., Musaeva M. A. Method for calculating the hydrological characteristics of unexplored rivers of the southern slope of the Greater Caucasus (on the example of the Balakanchay river basin). *Vodnye problemy, nauka i tekhnologii = Water problems, science and technology*. Baku, 2021; 2(18):44—57. (In Russ.).
9. Vladimirov A. M. *Gidrologicheskie raschety = Hydrological calculations*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1990: 265 p. (In Russ.).
10. *VMO-№ 168. Rukovodstvo po gidrologicheskoi praktike. Tom II. Upravlenie vodnymi resursami i praktika primeneniia gidrologicheskikh metodov = WMO-No. 168. Guide to Hydrological Practices. Volume II. Water resources management and practice of application of hydrological methods*. 2012: 324 p. (In Russ.).
11. Jennings M. E., Thomas W. O., Riggs H. C. Nationwide summary of U.S. Geological Survey regional regression equations for estimating magnitude and frequency of floods for ungaged sites. *Water-Resources Investigations Report 94-4002*, United States Geological Survey, Reston, VA, 1994.
12. Sokolovskii D. L. *Rechnoi stok = River runoff*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1968: 539 p. (In Russ.).
13. David A. Chin. *Water-resources Engineering (Second edition)*. Pearson education International. USA, New Jersey, 2006: 572 p.
14. Belonogova N. A., Vinogradov A. Y., Vinogradova T. A., Doganovskiy D. A., Kondratyev A. N., Markov M. L., Minayev A. N., Motovilov B. L., Nikitina I. S., Salminen E. O. On the travel time and hydromorphometric characteristics of watercourses in the calculation of flash floods on small unexplored rivers in the forest zone. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii = Bulletin of the St. Petersburg Forestry Engineering Academy*. 2016;(217):91—107. (In Russ.).
15. Duskayev K. K., Chigrinets A. G., Musina A. K., Janabaeva J. A., Axmerova S. T., Yermash E. K. Estimation of the maximum water flow of the rivers of the city of Almaty. *Gidrometeorologiya i Ekologiya = Hydrometeorology and ecology*. 2019; (2):96—110. (In Russ.).
16. *Posobie po opredeleniyu raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik = Manual for the determination of calculated hydrological characteristics*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1984: 447 p.

17. Evstigneev V. M. *Rechnoi stok i gidrologicheskie raschety = River flow and hydrological calculations*. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1990: 340 p.
18. Magerramova A. R. Analysis of the distribution of maximum daily precipitation in the territory of Azerbaijan. *Izvestiia Bakinskogo Universiteta. Seriya estestvennykh nauk = Bulletin of the Baku University. Series of Natural Sciences*. 2017;(2):131—142.

### ***Информация об авторе***

*Магеррамова Айтан Руфат* гызы — преподаватель кафедры гидрометеорологии, Бакинский государственный университет, meherremova.ayten@inbox.ru.

### ***Information about the author***

*Aytan Rufat Maharramova* — Lecturer of the Department of Hydrometeorology, Baku State University.

**Конфликт интересов:** конфликт интересов отсутствует.

*Статья поступила 20.05.2022.*

*Принята к публикации после доработки 28.07.2022.*

*The article was received on 20.05.2022.*

*The article was accepted after revision on 28.07.2022.*