

УДК 556.5:627.11

DOI: 10.31774/2658-7890-2020-3-110-121

**Т. С. Пономаренко, А. В. Бреева, С. В. Ковалев**

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,  
Российская Федерация

## **ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОТОКОВ БАССЕЙНА РЕКИ КУБАНИ ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**

**Цель:** описание особенностей расчета максимальных расходов редкой повторяемости по трем группам водотоков бассейна реки Кубани в зависимости от типа питания. Выявлено затруднение применения некоторых формул ввиду отсутствия изолиний и карты районирования коэффициента редукиции для данного района. **Материалы и методы.** Для решения данной проблемы была построена зависимость между слоем годового стока и максимальным слоем паводочного стока для рек с наличием постов наблюдений. Осреднение коэффициента редукиции проводилось графическим способом, нанесением в системе координат  $x$  и  $y$  линии связи. **Результаты:** были установлены формулы для расчета гидрологических характеристик для каждой группы рек, построена зависимость между слоем годового стока и максимальным слоем паводочного стока, а также уточнен коэффициент редукиции для данного района, который составил 0,7. **Выводы.** В результате работ для исследуемого района были установлены: формулы для расчета гидрологических характеристик для каждой группы рек, зависимость между слоем годового стока и максимальным слоем паводочного стока, коэффициент редукиции  $n = 0,7$ . Выявленные в результате исследования особенности позволили выполнить расчеты гидрологических характеристик, в частности максимальных расходов редкой повторяемости, с более высокой точностью.

**Ключевые слова:** река; тип водного питания; гидрология; река-аналог; максимальный расход воды; паводок; половодье.

**T. S. Ponomarenko, A. V. Breyeva, S. V. Kovalev**

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,  
Russian Federation

## **FEATURES FOR DETERMINING HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE KUBAN RIVER BASIN WATER COURSES IN THE ABSENCE OF OBSERVATION DATA**

**Purpose:** description of the features of calculating the maximum flow rates of rare recurrence for three groups of water courses in the Kuban river basin, depending on the type of inflow. The difficulty of using some formulas due to the absence of isograms and a map of zoning of the reduction coefficient for a given area was revealed. **Materials and methods.** To solve this problem, a relationship between the annual runoff layer and the maximum flood runoff layer for rivers with observation posts was formulated. The reduction ratio was averaged graphically by plotting the communication line in the  $x$  and  $y$  coordinate system. **Results:** formulas for calculating hydrological characteristics for each group of rivers were determined, the relationship between the annual runoff layer and the maximum flood runoff layer was



built, and the reduction ratio for this area was refined, which was 0.7. **Conclusions.** As a result of the work for the study area, the following were established: formulas for calculating hydrological characteristics for each group of rivers, the relationship between the annual runoff layer and the maximum flood runoff layer, the reduction coefficient  $n = 0.7$ . The features revealed as a result of the study made it possible to calculate the hydrological characteristics, in particular, the maximum flow rates of rare recurrence, with a higher accuracy.

**Key words:** river; type of water supply; hydrology; analogue river; maximum water discharge; flood; high water.

**Введение.** По своей величине и водоносности бассейн р. Кубани является самым крупным на Северном Кавказе [1].

Максимальный сток бассейна р. Кубани формируется (проявляется) в период паводков и половодий, гидрографы которых обуславливаются типами (условиями) водного питания. По условиям водного питания реки левобережной части Кубани можно объединить (разделить) в три группы.

К первой можно отнести реки, на которых максимальные годовые уровни и расходы воды формируются в результате паводков, протекающих в течение всего года, наибольшие возникают зачастую в холодный период. Данные реки занимают западную часть левобережья Кубани от Азовского моря до левых притоков р. Белой: Пшиш, Псекупс, Афипс, Убин, Адагум, Шебш, Шепси, Иль, Сухой Хабль, Сухой Аушедз, Непль, Хобза, Псебепс, Шуша [1, 2].

Реки северо-западных склонов Большого Кавказа к востоку от р. Белой с ее правыми притоками представляют вторую группу (р. Белая с притоком Пшеха, Лаба, Уруп, среднее и нижнее течение Большого и Малого Зеленчука). На этих реках половодья и паводки протекают в периоды весна – лето [2, 3]. Максимальные расходы половодья являются наибольшими в году, что обусловлено их снеговым происхождением.

Реки верхнего течения Кубани, Большого и Малого Зеленчука отнесены к третьей группе, для них характерно летнее половодье в результате таяния ледников и вечных снегов [4, 5].

**Материалы и методы.** При отсутствии данных наблюдений расчетный максимальный расход вычисляется наиболее часто с использованием

реки-аналога. Выбор рек-аналогов проводится с учетом требований пп. 7.11 и 7.26 СП 33-101-2003, расчет осуществляется с использованием ф. 7.9 (СП 33-101-2003) и ф. 3.133 [6].

**Результаты и обсуждения.** С учетом зональных особенностей расчет максимального расхода половодья для рек, выделяемых во вторую группу, проводился по методу аналогии, который предполагает равенство коэффициентов дружности половодья исследуемой реки и реки-аналога ( $K_0 = K_{0,a}$ ) и коэффициентов, учитывающих неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов этих рек. С учетом отмеченного формула для расчета максимального расхода воды половодья с заданной вероятностью превышения имеет вид:

$$Q_p = q_{p,a} \frac{h_{pp}}{h_{pp,a}} \left( \frac{F_a + 1}{F + 1} \right)^{0,15} \frac{\delta_1}{\delta_{1,a}} F, \quad (1)$$

где  $Q_p$  – максимальный мгновенный расход воды вероятности  $P\%$ ;

$q_{p,a}$  – максимальный модуль стока половодья расчетной обеспеченности реки-аналога;

$h_{pp}$  – расчетный слой стока половодья ежегодной вероятности превышения, мм;

$h_{pp,a}$  – расчетный слой стока половодья ежегодной вероятности превышения реки-аналога, мм;

$F_a$  – площадь водосбора реки-аналога, км<sup>2</sup>;

$F$  – площадь водосбора исследуемой реки до расчетного створа, км<sup>2</sup>;

$\delta_1, \delta_{1,a}$  – коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер (определяется с учетом проектных материалов и эксплуатационных данных), расчетного створа и реки-аналога соответственно.

Применение формулы (1) затруднено ввиду отсутствия изолиний среднемноголетнего слоя стока половодья для рассматриваемого региона на карте [7, 8].

Для выполнения расчетов была использована зависимость:

$$h_{\text{рп}} = \alpha_a \cdot h_{\text{рг}}, \quad (2)$$

где  $\alpha_a$  – отношение слоя стока половодья к годовому стоку реки-аналога

за реально наблюдаемые годы:  $\alpha_a = \frac{h_{\text{рп,а}}}{h_{\text{рг,а}}}$ .

Год выбирался из ряда наблюдений по вероятности превышения максимального расхода. Значения  $h_{\text{рп,а}}$  и  $h_{\text{рг,а}}$  устанавливались по гидрографу стока выбранного года.

В качестве примера приведены значения  $h_{\text{рп,а}}$ ,  $h_{\text{рг,а}}$  и  $\alpha_a$  для ряда рек второй группы (Уруп, Лаба, Чамлык, Пшеха) (таблица 1).

**Таблица 1 – Показатели гидропостов бассейна р. Кубани**

Показатель	Наименование гидропоста (река)			
	Удобная (р. Уруп)	Вознесенская (р. Чамлык)	Догужиев (р. Лаба)	Апшеронск (р. Пшеха)
Обеспеченность максимального расхода, %	3	2	1	2
Слой стока за год $h_{\text{рг,а}}$ , мм	283	113	413	891
Слой стока за период половодья $h_{\text{рп,а}}$ , мм	142	66	236	514
Отношение слоя стока за период половодья к слою стока за год $\alpha_a$	0,50	0,59	0,57	0,58

При известном значении коэффициента дружности половодья расход для горных рек следует устанавливать по ф. 3.133 [5], а именно:

$$Q_p = \frac{K_0 \cdot h_{\text{рп,а}} \cdot F \cdot \delta_1 \cdot \mu}{(F + 1)^{0,15}}, \quad (3)$$

где  $Q_p$  – максимальный мгновенный расход воды вероятности  $P\%$ ;

$h_{\text{рп}} = \alpha_a \cdot h_{\text{рг}}$  (см. выше формулу (2));

$K_0$  – параметр, характеризующий дружность весеннего половодья, который определяется по данным рек-аналогов по формуле (3);

$h_{\text{рп,а}}$  – расчетный слой стока половодья ежегодной вероятности превышения, мм;

$F$  – площадь водосбора исследуемой реки до расчетного створа, км<sup>2</sup>;

$\delta_1$  – коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер (определяется с учетом проектных материалов и эксплуатационных данных), расчетного створа;

$\mu$  – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов воды.

При этом ориентировочные значения  $K_0$  можно определить по карте изолиний.

Для рек высокогорных районов с летним половодьем (рек третьей группы) максимальный расход талых вод с использованием данных реки-аналога рассчитывался по ф. 3.134 [5] (то же ф. 10.62 [8]) по нижеприведенной формуле:

$$Q_p = q_{p,a} \frac{h_{pr}}{h_{pr,a}} \left( \frac{F_a + 1}{F + 1} \right)^{0,15} \frac{\delta_1}{\delta_{1,a}} F, \quad (4)$$

где  $Q_p$  – максимальный мгновенный расход воды вероятности  $P\%$ ;

$q_{p,a}$  – максимальный модуль стока половодья расчетной обеспеченности реки-аналога;

$h_{pr}$  – расчетный слой годового стока ежегодной вероятности превышения в исследуемом бассейне, мм;

$h_{pr,a}$  – расчетный слой годового стока ежегодной вероятности превышения реки-аналога, мм;

$F_a$  – площадь водосбора реки-аналога, км<sup>2</sup>;

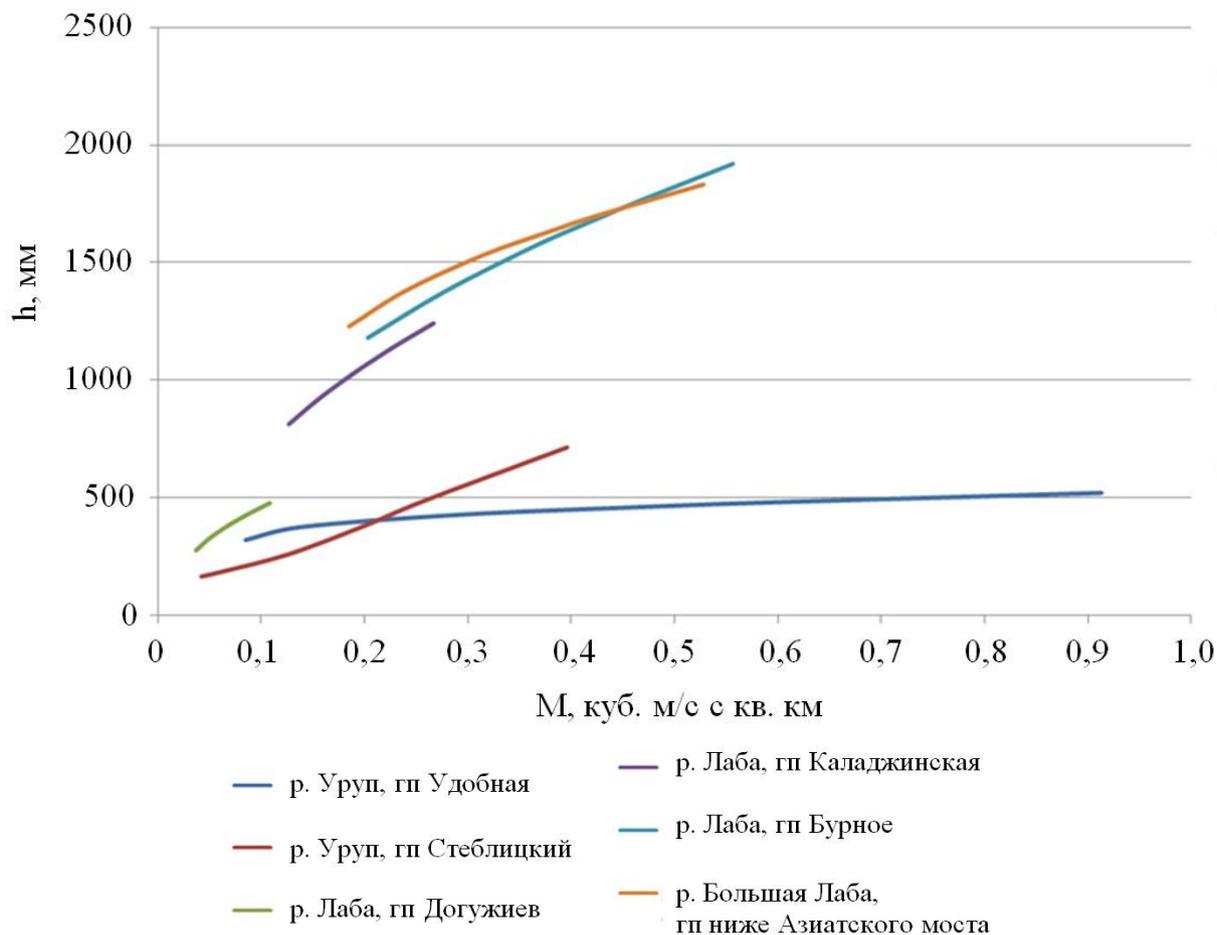
$F$  – площадь водосбора исследуемой реки до расчетного створа, км<sup>2</sup>;

$\delta_1, \delta_{1,a}$  – коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер (определяется с учетом проектных материалов и эксплуатационных данных), расчетного створа и реки-аналога соответственно.

Для обоснования правомерности использования формулы (4) проведены исследования, посвященные установлению связи между слоями го-

дового стока и максимальными модулями стока половодья равной обеспеченности: 1; 3; 5; 10; 25; 50 %.

Результаты расчетов приведены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Зависимость между слоем годового стока и максимальным слоем паводочного стока**

Связь между отмеченными параметрами удовлетворительная.

При расчете максимального расхода стока половодья реки может возникнуть ситуация, при которой расчетный расход  $Q_{искр\%}$ , установленный по формуле (1), ниже максимального расхода воды  $Q_{в.р.\%}$ , вычисленного при обработке ряда гидрологических наблюдений, для створа реки, расположенного выше исследуемого участка реки, или выше максимального расхода воды  $Q_{н.р.\%}$ , вычисленного при обработке ряда гидрологических наблюдений, для створа реки, расположенного ниже исследуемого участка реки (при отсутствии значительного водозабора). Такое несоответствие

физико-географическому положению обуславливается следующими основными причинами:

- сравнительно невысокой точностью расчета с применением эмпирических формул (в частности, формулы (1));

- недостаточно точным определением слоя годового стока и коэффициента вариации по картам изолиний;

- несоответствием уровня variability рядов максимальных расходов не только для гидропостов разных рек, но и для гидропостов одной реки.

В этом случае следует руководствоваться следующим неравенством:

$$Q_{н.р.\%} \geq Q_{иск.р.\%} \geq Q_{в.р.\%} \cdot$$

Уточнение  $Q_{иск.р.\%}$  можно выполнять, руководствуясь пропорциональностью приращения или снижения расхода и изменения площадей водосборов с учетом показателя степени редукции ( $F^{0,15}$ ).

Следует рассмотреть два случая:

- исследуемый участок реки расположен выше гидроствора данной реки, при этом в результате расчетов  $Q_{н.р.\%} < Q_{иск.р.\%}$  .

При незначительном превышении  $Q_{иск.р.\%}$  над  $Q_{н.р.\%}$  (менее 10 %) целесообразно применять  $Q_{иск.р.\%} = Q_{н.р.\%}$  .

При превышении  $\geq 10 \%$  (практически при любом превышении):

$$Q_{иск.р.\%} = Q_{н.р.\%} \left( \frac{F_{иск.}}{F_H} \right)^{0,15} ;$$

- исследуемый участок реки расположен ниже гидроствора этой реки, при этом  $Q_{иск.р.\%} < Q_{в.р.\%}$  :

$$Q_{иск.р.\%} = Q_{в.р.\%} \left( \frac{F_{иск.}}{F_B} \right)^{0,15} .$$

Для рек, включенных в первую группу, максимальный расход паводка с заданной вероятностью превышения рассчитывается по редукционной

формуле 7.14 СП 33-101-2003. При наличии многолетних наблюдений на реках-аналогах для расчета максимальных расходов использовалась ф. 3.137 [5] (то же ф. 10.63 [8]):

$$Q_p = q_{p,a} \left( \frac{F_a}{F} \right)^n \frac{\delta_1 \delta_2}{\delta_{1,a} \delta_{2,a}} F, \quad (5)$$

где  $Q_p$  – максимальный мгновенный расход воды вероятности  $P\%$ ;

$q_{p,a}$  – максимальный модуль стока расчетной обеспеченности реки-аналога;

$F_a$  – площадь водосбора реки-аналога, км<sup>2</sup>;

$F$  – площадь водосбора исследуемой реки до расчетного створа, км<sup>2</sup>;

$n$  – показатель степени редукции (уменьшения) модуля максимального расхода воды;

$\delta_1, \delta_{1,a}$  – коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер (определяется с учетом проектных материалов и эксплуатационных данных), расчетного створа и реки-аналога соответственно;

$\delta_2, \delta_{2,a}$  – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в залесенных и заболоченных бассейнах.

Для расчета требуется установить параметр  $n$  – показатель степени редукции (уменьшения) модуля максимального расхода воды. Так как карта районирования этого параметра не приводит значения  $n$ , для западной части левобережья Кубани были использованы гидрологические наблюдения на р. Псекупс, Адагум, Абин, Шебш, Хабль, Пшиш [9].

Имея расчетные величины  $q_{p1\%}, q_{p,a1\%}$  и зная площади водосборов реки и реки-аналога  $F$  и  $F_a$  (согласно формуле (5)), устанавливали коэффициенты редукции по зависимости [10]:

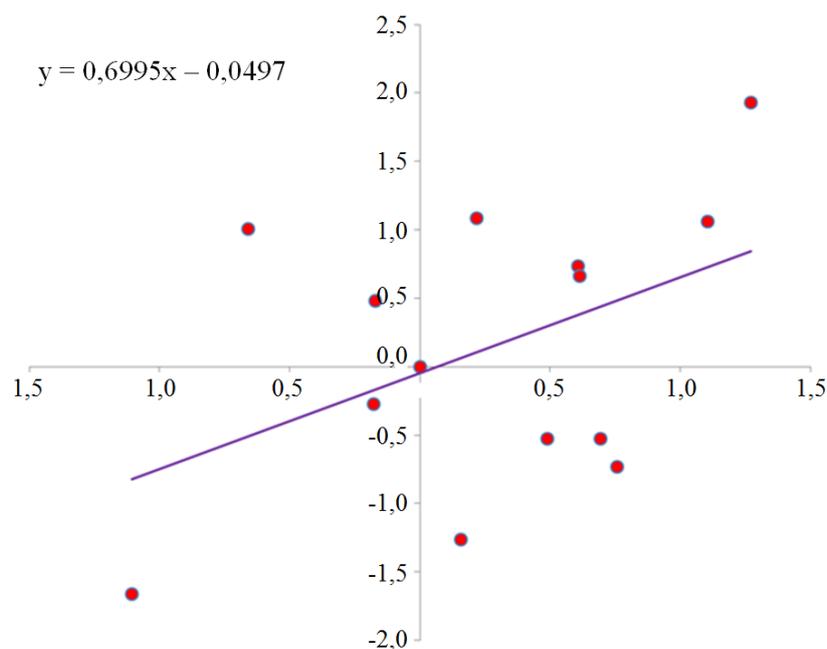
$$n = \ln \frac{q_{p1\%}}{q_{p,a1\%}} / \ln \frac{F_a}{F},$$

где  $\ln \frac{q_{p1\%}}{q_{p,a1\%}}$  – натуральный логарифм частного от деления максимально модуля стока 1% вероятности превышения стока реки на то же реки-аналога;

$\ln \frac{F_a}{F}$  – натуральный логарифм частного от деления площади водосбора реки-аналога на то же реки.

Осреднение коэффициента редукции проводилось графическим способом, нанесением в системе координат  $x$  и  $y$  линии связи

$\ln \frac{q_{p1\%}}{q_{p,a1\%}} = f\left(\ln \frac{F_a}{F}\right)$ , при этом  $n$  определяется как тангенс угла наклона линии связи к оси абсцисс. Результаты расчетов приведены на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Определение коэффициента  $n$**

В результате установления зависимостей и данных сопредельных территорий при расчетах принято  $n = 0,7$ .

При  $\frac{L \cdot A_a^{0,56}}{L_a \cdot A^{0,56}} > 1,5$  максимальный расход половодья  $P\%$  обеспеченности

рассчитывался по формуле:

$$Q_P = q_{p\%a} \cdot \left( \frac{\Phi_a}{\Phi} \right)^{n_1} \cdot \frac{\delta\delta_2}{\delta_a\delta_{2a}} \cdot A,$$

где  $L$  и  $L_a$  – длина исследуемой реки и реки-аналога, км;

$A$  и  $A_a$  – площадь водосбора исследуемой реки и реки-аналога, км<sup>2</sup>;

$q_{p\%a}$  – модуль максимального стока  $p\%$  обеспеченности реки-аналога;

$\Phi$  и  $\Phi_a$  – гидроморфометрические характеристики исследуемой реки и реки-аналога. Определяются по установленным значениям длины рек, площади водосбора, осадков, сборного коэффициента стока, среднего уклона склонов, механического состава почвогрунтов, слагающих водосбор [6].

При коротких рядах гидрологических наблюдений (8–12 лет) устанавливалась прямолинейная корреляционная связь с длительными рядами. При коэффициенте корреляции, равном 0,8 и более, выводилось уравнение регрессии, позволяющее по значению  $Q_{\max}$  длительного ряда наблюдений вычислить максимальный расход (на тот же год) для короткого ряда (ф. 3.51) [5].

**Выводы.** В результате работ для исследуемого района были установлены: формулы для расчета гидрологических характеристик для каждой группы рек, зависимость между слоем годового стока и максимальным слоем паводочного стока, коэффициент редукции  $n = 0,7$ .

Выявленные в результате исследования особенности позволили выполнить расчеты гидрологических характеристик, в частности максимальных расходов редкой повторяемости, с более высокой точностью.

### Список использованных источников

- 1 Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Кубани. Основные положения. – Ростов н/Д.: Южгипроводхоз, 1973. – 343 с.
- 2 Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 8. Северный Кавказ / под ред. В. В. Куприянова. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 448 с.
- 3 Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 8. Гидрологическая изученность. Северный Кавказ. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 309 с.
- 4 Водные ресурсы. Природные ресурсы и производительные силы Северного Кавказа / под ред. А. М. Никанорова. – Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 1981. – 248 с.
- 5 Железняков, Г. В. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока / Г. В. Железняков, Т. А. Неговская, Е. Е. Овчаров; под ред. Г. В. Железнякова. – М.: Колос, 1984. – 205 с.

6 Определение основных расчетных гидрологических характеристик: СП 33-101-2003: утв. Госстроем России 26.12.03. – М.: Госстрой России, 2004. – 85 с.

7 Шмидт, Т. С. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик / Т. С. Шмидт. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 444 с.

8 Мелиорация и водное хозяйство. Т. 5. Водное хозяйство: справочник / И. И. Бородавченко [и др.]; под ред. И. И. Бородавченко. – М.: Агропромиздат, 1988. – 398 с.

9 Воскресенский, К. П. Гидрологические расчеты при проектировании сооружений на малых реках, ручьях и временных водотоках (методические основы и практика) / К. П. Воскресенский. – Л.: Гидрометеиздат, 1956. – 467 с.

10 Рождественский, А. В. Оценка точности кривых распределения гидрологических характеристик / А. В. Рождественский. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 269 с.

## References

1 *Skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i okhrany vodnykh resursov basseyna r. Kubani. Osnovnye polozheniya* [Scheme of Integrated Use and Protection of Water Resources in the Kuban. Basic Provisions]. Rostov-on-Don, Yuzhgiprovodkhoz Publ., 1973, 343 p. (In Russian).

2 Kupriyanov V.V., 1973. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. T. 8. Severnyy Kavkaz* [Resources of Surface Waters of the USSR. Vol. 8. North Caucasus]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 448 p. (In Russian).

3 *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. T. 8. Gidrologicheskaya izuchennost'. Severnyy Kavkaz* [Resources of Surface Waters of the USSR. Vol. 8. Hydrological Study. North Caucasus]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1964, 309 p. (In Russian).

4 Nikanorov A.M., 1981. *Vodnye resursy. Prirodnye resursy i proizvoditel'nye sily Severnogo Kavkaza* [Water Resources. Natural Resources and Productive Forces of the North Caucasus]. Rostov-on-Don, Rostov University Publ., 248 p. (In Russian).

5 Zheleznyakov G.V., Negovskaya T.A., Ovcharov E.E., 1984. *Gidrologiya, gidrometriya i regulirovanie stoka* [Hydrology, Hydrometry and Flow Control]. Moscow, Kolos Publ., 205 p. (In Russian).

6 *Opredelenie osnovnykh raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik* [Determination of the Main Calculated Hydrological Characteristics]. SP 33-101-2003: approved by Gosstroy of Russia 26.12.03. Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 85 p. (In Russian).

7 Schmidt T.S., 1984. *Posobie po opredeleniyu raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik* [Handbook on Determining the Calculated Hydrological Characteristics]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 444 p. (In Russian).

8 Borodavchenko I.I. [et al.], 1988. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. T. 5. Vodnoe khozyaystvo: spravochnik* [Reclamation and Water Industry. Vol. 5. Water Management: reference book]. Moscow, Agropromizdat Publ., 398 p. (In Russian).

9 Voskresensky K.P., 1956. *Gidrologicheskie raschety pri proektirovanii sooruzheniy na malykh rekakh, ruch'yakh i vremennykh vodotokakh (metodicheskie osnovy i praktika)* [Hydrological Calculations in the Design of Structures on Small Rivers, Streams and Temporary Watercourses (Basic Procedure and Practice)]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 467 p. (In Russian).

10 Rozhdestvensky A.V., 1977. *Otsenka tochnosti krivykh raspredeleniya gidrologicheskikh kharakteristik* [Estimating the Accuracy of Distribution Curves of Hydrological Characteristics]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 269 p. (In Russian).

---

### Пономаренко Таисия Сергеевна

Должность: научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipmovrparp@yandex.ru

**Ponomarenko Taisiya Sergeyevna**

Position: Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipmovrparp@yandex.ru

**Бреева Анна Викторовна**

Должность: младший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipmovrparp@yandex.ru

**Breyeva Anna Viktorovna**

Position: Junior Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipmovrparp@yandex.ru

**Ковалев Сергей Владимирович**

Должность: инженер-исследователь

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipmovrparp@yandex.ru

**Kovalev Sergey Vladimirovich**

Position: Research Engineer

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipmovrparp@yandex.ru

*Поступила в редакцию 21.08.2020*

*После доработки 31.08.2020*

*Принята к публикации 02.09.2020*