

Павлов В. И., Кусайко Н. П., *Сергейчук О. В.
Донбасский государственный технический университет
*E-mail: olga.sergey4uck@yandex.ru

ОЦЕНКА СВОЙСТВ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЯДА НАБЛЮДЕНИЙ ПО ГИДРОПОСТУ РЕКА БЕЛАЯ — ИСАКОВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Статья посвящена анализу возможности применения гидрологического ряда наблюдений по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище для последующих расчетов гидрологических характеристик. Проведена оценка гидрологического ряда на репрезентативность, достаточность и однородность. Приведены предполагаемые причины формирования неоднородности гидрологической информации на рассматриваемой территории.

Ключевые слова: малые реки, гидропост, репрезентативность, достаточность, однородность, разностно-интегральные кривые, среднегодовой расход, водность, норма стока, статистический анализ, критерий Фишера, критерий Стьюдента.

Постановка проблемы, обоснование ее актуальности. Основу гидрографической сети ЛНР составляют малые реки. В результате водохозяйственной деятельности в бассейнах малых рек, а также снижения количества выпадающих осадков в последнее время наблюдается образование значительного дефицита водных ресурсов, снижение стока. Вследствие этого возникают трудности в водообеспечении предприятий и населения региона.

Для своевременного выявления негативных процессов, прогнозирования их развития, предотвращения вредных последствий и определения степени эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану поверхностных вод, необходимо вести постоянные наблюдения за гидрологическим режимом малых рек, особенно тех, которые имеют стратегическое значение.

К сожалению, на сегодняшний день изучению гидрологического режима малых рек не уделяется должного внимания. На большинстве малых рек отсутствуют гидропосты и наблюдения не ведутся. Вместе с тем во время эксплуатации водохранилищ ведутся гидрологические наблюдения для контроля водохозяйственного баланса водохранилищ. По Исаковскому водохранилищу оценка водопри-

тока производилась с 1953 г. Однако перед использованием этих данных их необходимо тщательно проверить на репрезентативность, достаточность и однородность.

Целью данной работы является оценка свойств гидрологического ряда наблюдений по Исаковскому водохранилищу для возможности применения значений ряда в гидрологических расчетах.

Объект исследования — многолетний ряд годовых расходов реки Белой в районе плотины Исаковского водохранилища (гидроствор река Белая — Исаковское водохранилище).

Предмет исследования — свойства гидрологического ряда, характеризующие возможность использования его данных в дальнейших гидрологических расчетах.

Задачи исследования:

- анализ репрезентативности ряда гидрологических наблюдений;
- оценка достаточности периода многолетних наблюдений за стоком реки Белой в районе плотины Исаковского водохранилища;
- анализ однородности гидрологического ряда;
- выявление предполагаемых причин возникновения неоднородности гидрологического ряда.

Методы исследования. В работе использовался ряд наблюдений за годовым

стоком реки Белой в районе плотины Исаковского водохранилища. С 1953 г. по 2003 г. гидрологические данные взяты из отчета «Разработка водохозяйственных балансов Исаковского водохранилища на р. Белая Луганской области», с 2004 г. по 2019 г. ряд продолжен данными наблюдений, предоставленными Алчевским металлургическим комбинатом.

Для построения разностной интегральной кривой по гидропосту река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) использовались данные наблюдений за среднегодовыми расходами из официальных источников [1, 2].

Представительность ряда наблюдений по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище определялась при помощи анализа синхронности колебаний разностных интегральных кривых среднегодовых расходов. Построение разностных интегральных кривых расчетной реки и реки-аналога производилось при помощи мастера диаграмм программы Microsoft Excel.

Оценка достаточности расчетного периода гидрологических наблюдений производилась определением величины относительной средней квадратической ошибки нормы годового стока.

Анализ однородности осуществлялся на основе статистического анализа. Для количественной оценки статистической однородности были применены критерии однородности выборочных дисперсий (критерий Фишера).

Изложение материала. Исаковское водохранилище, расположенное на реке Белой, является основным источником водопотребления Алчевского металлургического комбината — градообразующего предприятия г. Алчевска. Последние несколько лет остро обозначилась проблема снижения расхода воды малых рек ЛНР. Это привело к значительному уменьшению объема стратегически важных водохранилищ Республики, в том числе и Исаковского водохранилища.

Для определения возможности использования в последующих расчетах имеющийся ряд гидрологических наблюдений должен быть подвергнут проверке на репрезентативность (представительность), достаточность и однородность.

Чтобы оценить представительность имеющегося ряда наблюдений за годовым стоком, необходимо провести анализ синхронности колебаний разностных интегральных кривых среднегодовых расходов по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище и гидропосту реки-аналога, указанной в отчете о научно-исследовательской работе ООО «ПАНЭКС».

Для доказательства репрезентативности ряда имеющихся гидрологических наблюдений по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище достаточно сопоставить его разностную интегральную кривую среднегодовых расходов с кривой по одному из гидропостов, синхронность которого доказана в отчете. Наиболее подходящим для этой цели является ряд гидрологических наблюдений по гидропосту река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново). Выбор именно этого гидрологического поста обусловлен несколькими факторами: водосборы рек на гидропостах река Белая — Исаковское водохранилище и река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) близки в географическом плане, площади водосборов рек до гидропостов отличаются друг от друга менее чем в два раза, климатические, гидрогеологические и условия формирования стока однотипны.

Источники, используемые для построения разностной интегральной кривой по гидропосту река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново), содержат данные наблюдений по гидропостам только до 1980 г. Вследствие этого разностная интегральная кривая среднегодовых расходов по гидропосту река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) построена только с 1949 г. (начало гидрологических наблюдений) по 1980 г.

Разностная интегральная кривая представляет собой суммарную кривую отклонений годовых значений стока от среднего его значения за весь период наблюдений.

Сначала для данного ряда наблюдений выполняется вычисление модульных коэффициентов:

$$K_i = \frac{Q_i}{Q_0}, \quad (1)$$

где K_i — модульный коэффициент;

Q_i — значение данного ряда в i -ый год наблюдений, $\text{м}^3/\text{сек.}$;

Q_0 — среднее значение ряда, $\text{м}^3/\text{сек.}$

Если $K > 1$, год является многоводным, если $K < 1$ — маловодным. Для средних по водности лет $K = 1$ или близок к единице.

Затем определяют отклонения модульных коэффициентов от их среднего значения, равного единице ($K_i - 1$), и, наконец, производится построение интегральной кривой последовательным суммированием этих отклонений:

$$\sum(K_i - 1) = f(t). \quad (2)$$

В нашей работе для анализа репрезентативности необходимо построение двух совмещенных кривых по гидропостам река Белая — Исаковское водохранилище и река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново). Для исключения влияния временной изменчивости стока учитывают коэффициент вариации (изменчивости) C_v :

$$C_v = \frac{\sigma_{Q, Q_a}}{Q_{0,0a}}, \quad (3)$$

где σ_{Q, Q_a} — среднеквадратическое отклонение ряда среднегодовых расходов на расчетной реке (река Белая) и на реке-аналоге (река Лугань) соответственно;

$Q_{0,0a}$ — среднее значение расхода расчетной реки и реки-аналога соответственно, $\text{м}^3/\text{сек.}$

В случае, когда количество лет наблюдений более 30, среднеквадратическое отклонение определяется по формуле:

$$\sigma_{Q, Q_a} = \sqrt{\frac{\sum(Q_{i,ia} - Q_{0,0a})^2}{n}}, \quad (4)$$

где $Q_{i,ia}$ — среднегодовой расход расчетной реки и реки-аналога соответственно в i -ый год наблюдений, $\text{м}^3/\text{сек.}$;

$Q_{0,0a}$ — среднее значение расхода расчетной реки и реки-аналога соответственно, $\text{м}^3/\text{сек.}$;

n — количество лет наблюдений.

С учетом коэффициента вариации разностные интегральные кривые по гидропостам река Белая — Исаковское водохранилище и река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) будут представлять собой графики зависимости нарастающей суммы отклонений модульных коэффициентов от единицы ($K_i - 1$) от времени (в годах):

$$\frac{\sum(K_i - 1)}{C_v} = f(t). \quad (5)$$

Совмещенные разностные интегральные кривые по гидропостам река Белая — Исаковское водохранилище и река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) представлены на рисунке 1.

Результаты анализа совмещенных разностных интегральных кривых среднегодовых расходов (рис. 1) показывают совпадение тенденций в колебаниях многолетнего стока по бассейнам рек Белая и Лугань в пределах указанных гидропостов. Для ограниченного периода результатов наблюдений по гидропосту река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) очевидно совпадение лет высокой и низкой водности по бассейнам обеих рек, характера изменения водности, а также одного полного цикла водности (I цикл — 1957–1976 гг.) Таким образом, по результатам сопоставления разностных интегральных кривых можно утверждать, что их колебания синхронны. Следовательно, имеющийся ряд наблюдений за многолетним стоком по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище репрезентативен.

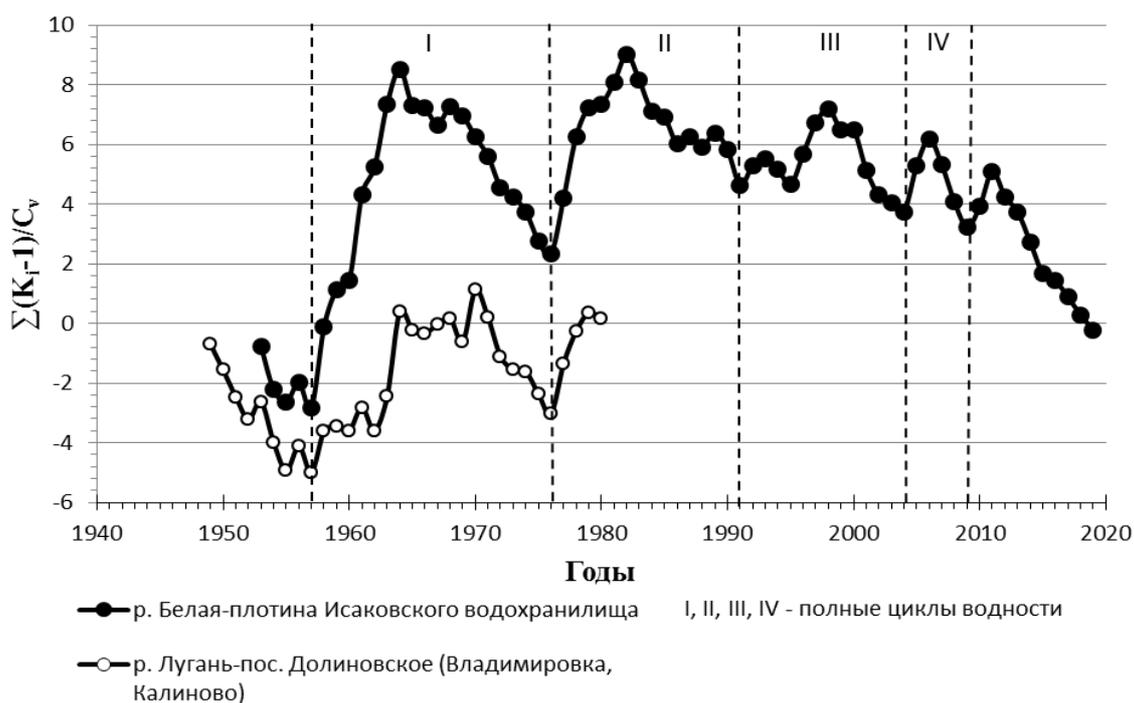


Рисунок 1 – Совмещенные разностные интегральные кривые среднегодовых расходов по гидропостам река Белая — Исаковское водохранилище и река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново)

Синхронность колебаний режимов исследуемых нами рек за совместный период наблюдений количественно можно оценить коэффициентом парной корреляции, характеризующим в нашем случае тесноту линейной взаимосвязи между рядами наблюдений за стоком двух рек [3]. Линейный коэффициент парной корреляции определяется в пределах $-1 \leq R \leq 1$. Чем ближе абсолютное значение коэффициента R к 1, тем сильнее линейная связь. Для качественной оценки коэффициента корреляции наиболее часто применяют шкалу Чеддока. В зависимости от значения коэффициента корреляции связь может иметь одну из оценок: 0,1–0,3 — слабая; 0,3–0,5 — заметная; 0,5–0,7 — умеренная; 0,7–0,9 — высокая; 0,9–0,1 — весьма высокая. Обычно критическое значение коэффициента парной (или множественной в случае использования нескольких рек-аналогов) корреляции принимают $R_{кр} \geq 0,7$. Поскольку район расположения бассейнов исследуемой реки и реки-аналога является слабо изученным в гидро-

логическом отношении, допускается принимать значения $R_{кр} < 0,7$.

Коэффициенты парной корреляции с увеличением расстояния L между центрами тяжести водосборов убывают [4]. В диапазоне расстояний 0–2500 км преобладает положительная корреляция между стоком рассматриваемых рек; при дальнейшем увеличении расстояния — в среднем слабо отрицательная корреляция, которая при $L \approx 9000$ км близка к нулю.

Из рисунка 1 видно, что совместный период наблюдений по гидропостам река Белая — плотина Исаковское водохранилища и река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) составляет 28 лет (с 1953 г. по 1980 г. включительно). При совместном периоде менее 30 лет коэффициент парной корреляции между значениями стока по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище и значениями стока по гидропосту река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) определяем по формуле:

$$R = \frac{\sum[(Q_i - Q_0)(Q_{ia} - Q_{0a})]}{(n-1)\sigma_Q\sigma_{Qa}}, \quad (6)$$

где Q_i — среднегодовой расход расчетной реки (река Белая) в i -ый год наблюдений, м³/сек.;

Q_0 — среднее значение расхода расчетной реки (река Белая) за совместный период наблюдений, м³/сек.;

Q_{ia} — среднегодовой расход аналоговой реки (река Лугань) в i -ый год наблюдений, м³/сек.;

Q_{0a} — среднее значение расхода аналоговой реки (река Лугань) за совместный период наблюдений, м³/сек.;

n — количество лет совместного периода наблюдений;

σ_Q — среднее квадратическое отклонение ряда среднегодовых расходов на расчетной реке за совместный период наблюдений;

σ_{Qa} — среднее квадратическое отклонение ряда среднегодовых расходов на аналоговой реке за совместный период наблюдений.

При $n < 30$ лет расчетная формула (4) для вычисления среднее квадратического отклонения преобразуется:

$$\sigma_{Q,Qa} = \sqrt{\frac{\sum(Q_{i,ia} - Q_{0,0a})^2}{n-1}}. \quad (7)$$

Значение коэффициента парной корреляции R для рядов гидрологических наблюдений по гидропостам расчетной реки и реки-аналога составляет 0,64957. Согласно шкале Чеддока, корреляционная связь между рядами наблюдений по исследуемой реке и по реке-аналогу при $R = 0,64957$ умеренная, но приближается к высокой. Таким образом, линейная взаимосвязь между рядами наблюдений является довольно тесной.

Достоверность коэффициента корреляции устанавливаются с помощью коэффициента достоверности K_D по формуле:

$$K_D = \frac{R}{\sigma_R}, \quad (8)$$

где σ_R — среднее квадратическое отклонение коэффициента корреляции.

В свою очередь, σ_R вычисляется по формуле:

$$\sigma_R = \frac{1 - R^2}{\sqrt{n-1}}. \quad (9)$$

В нашем случае коэффициент достоверности K_D составляет 5,84.

Коэффициент корреляции принимается достоверным, если он более чем в 2 раза превышает свое среднее квадратическое отклонение [5]. В наших расчетах превышение составляет более 5, что доказывает достоверность коэффициента корреляции R .

Для дальнейшего анализа данных на достаточность и однородность необходимо выделить из имеющегося ряда гидрологических наблюдений расчетный период, который должен включать в себя только полные законченные циклы, имеющие многоводную и маловодную фазы. Данное условие необходимо потому, что основой для определения всех гидрологических характеристик является норма стока — среднее арифметическое значение гидрологического ряда. В случае, если в расчетный период кроме полных циклов будет включена еще и многоводная фаза, то среднее арифметическое значение будет завышено по сравнению с истинной нормой стока, а если маловодная — то занижено [6]. Проанализировав разностную интегральную кривую среднегодовых расходов по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище (рис. 1), можно выделить четыре полных водных цикла: I — 1957–1976 гг.; II — 1977–1991 гг.; III — 1992–2004 гг.; IV — 2005–2009 гг. Соответственно, расчетный период по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище составит 53 года (с 1957 г. по 2009 г.).

Норма стока для расчетного периода определяется по формуле:

$$\bar{Q} = \frac{\sum Q_i}{n}, \quad (10)$$

где Q_i — среднегодовой расход расчетной реки (река Белая) соответственно в i -ый год наблюдений, м³/сек.;

n — количество лет наблюдений.

Норма стока для расчетного периода 1957–2009 гг. составляет 1,44 м³/сек.

Величина относительной средней квадратической ошибки нормы годового стока $\varepsilon_{\bar{Q}}$, определяющая достаточность расчетного периода гидрологических наблюдений, вычисляется по формуле (11) [5–7]:

$$\varepsilon_{\bar{Q}} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \cdot 100\%. \quad (11)$$

Ряд наблюдений считается достаточным, если средняя квадратическая ошибка нормы стока находится в диапазоне $\pm (5-10) \%$. Коэффициент вариации C_v определяется по формуле (3), где в знаменателе в качестве среднего значения расхода расчетной реки используется норма стока для расчетного периода. Проведя расчеты по формулам (4), (3) и (11) для расчетного периода гидрологических наблюдений $n = 53$ года по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище, получим следующие значения среднеквадратического отклонения ряда среднегодовых расходов ($\sigma_{\bar{Q}}$), коэффициента вариации годового стока (C_v) и относительной средней квадратической ошибки нормы годового стока ($\varepsilon_{\bar{Q}}$) для расчетного периода:

$$\sigma_{\bar{Q}} = 0,703; C_v = 0,48825; \varepsilon_{\bar{Q}} = 6,7\%.$$

Поскольку $\varepsilon_{\bar{Q}}$ составляет менее 10 %, то длину расчетного периода 1957–2009 гг. можно считать достаточной для использования в дальнейших гидрологических расчетах.

Оценим однородность гидрологического ряда по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище на основе статистического анализа. Проверка на однородность необходима для выяснения фазовой стабильности величин, составляющих ряд. Для оценки будем применять критерии

однородности выборочных дисперсий (критерий Фишера) и выборочных средних (критерий Стьюдента).

Оценка однородности гидрологического ряда по вышеуказанным статистическим критериям состоит в сравнении расчетного значения статистики критерия для однородных последовательных частей ряда, полученной по эмпирическим данным, с ее критическим обобщенным значением, при заданном уровне значимости, объеме выборки, коэффициентах автокорреляции и асимметрии. Уровень значимости задаем 5 %, что соответствует принятию нулевой гипотезы об однородности временного ряда с вероятностью 95 % [8].

Проверку однородности ряда наблюдений необходимо начинать с проверки однородности дисперсий. В первую очередь необходимо часть имеющегося гидрологического ряда наблюдений, принятую за расчетный период, а именно с 1957 г. по 2009 г., разбить на две примерно равные части: 1957–1983 гг. (27 лет) и 1984–2009 гг. (26 лет). Далее выдвигаем гипотезу однородности, или нулевую гипотезу, и альтернативную ей гипотезу неоднородности. Расчетное значение статистики Фишера F для двух последовательных частей ряда определяем по формуле (12) [8]:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}, \quad (12)$$

где σ_1^2 , σ_2^2 — дисперсии двух следующих друг за другом частей выборок. В качестве σ_1^2 принимается большее значение.

Дисперсию рассчитываем по формуле [9]:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}, \quad (13)$$

где Q_i — среднегодовой расход в i -ый год наблюдений, м³/сек.;

n — объем выборки.

Критическое значение статистики Фишера F_α при уровне значимости 5 % зави-

сит от чисел степеней свободы v двух частей выборки v_1 и v_2 :

$$v = n - 1, \quad (14)$$

$$v_1 = 27 - 1 = 26; \quad v_2 = 26 - 1 = 25.$$

F_α определяем методом интерполяции [9]. Результаты вычислений представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, расчетное значение критерия Фишера F превышает его критическое значение F_α . В этом случае гипотеза однородности отклоняется и принимается альтернативная гипотеза (неоднородности). Если гипотеза однородности дисперсий отвергается, то однородность средних не проверяется и ряд признается неоднородным [10].

Применение неоднородного гидрологического ряда для дальнейших гидрологических расчетов является неприемлемым. Для того, чтобы устранить неоднородность ряда гидрологических наблюдений или минимизировать ее, необходимо, в первую очередь, понять причину ее возникновения. Учитывая особенности водосборной площади реки Белой и территории Донбасса в целом, можно выделить наиболее вероятные из них [4]:

- нарушение поверхностного и подземного стока в реку Белую развитием карьерной деятельности [11];
- изменение метеорологических факторов, влияющих на формирование речного стока (например, повышение температуры воздуха в зимний период может привести к изменению внутригодового распределения стока);

– регулирование речного стока и другая хозяйственная деятельность [12].

Неоднородность гидрологических наблюдений по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище указывает на необходимость проведения ряда дополнительных исследований и мероприятий. Во-первых, проведение полного обследования территории водосборной площади реки Белой позволит получить полную информацию о реке и ее притоках (временных и постоянных); местах забора воды населением и предприятиями; бытовых, промышленных и шахтных сбросах; обводненных и необводненных карьерах.

До впадения реки Белой в Исаковское водохранилище необходима организация гидропоста, оборудованного в соответствии с современными требованиями гидрометрии, для получения достоверных гидрологических характеристик. Кроме того, необходима сеть автоматических метеостанций с безотказным оборудованием для регулярных метеонаблюдений и точных замеров.

Выводы и направление дальнейших исследований. На основании выполненной проверки гидрологического ряда наблюдений по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище авторами выявлена его неоднородность, что делает невозможным применение этого ряда при дальнейших гидрологических расчетах. Наиболее вероятными причинами данной неоднородности являются изменение метеорологических факторов, возможные ошибки во время измерений и обработки данных, а также хозяйственная деятельность человека.

Таблица 1

Оценка однородности по критерию Фишера гидрологического ряда наблюдений по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище

Период наблюдений	Среднее значение среднегодовых расходов, \bar{Q} , м ³ /сек.	Дисперсия, σ^2	Критерии Фишера	
			расчетный, F	критический, F_α
1957–1983 гг.	1,62	0,659	2,31	2,228
1984–2009 гг.	1,24	0,285		

Устранение неоднородности гидрологического ряда, а также контроль за изменениями гидрологического режима и объема воды в Исаковском водохранилище лягут в основу дальнейших исследований водосборной площади реки Белой.

Список источников

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 3. Бассейн р. Северского Донца и реки Приазовья. Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1967. 495 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 3. Бассейн р. Северского Донца и реки Приазовья. Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1977. 399 с.
3. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. II. Украинская ССР. Вып. 3. Бассейны Северского Донца, рек Крыма и Приазовья. Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1985. 363 с.
4. Гидрология : методические рекомендации по выполнению расчетных работ для бакалавров направления 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» / Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина. Краснодар : ФГБОУ ВО «ГАУ им. И. Т. Трубилина», 2018. 69 с.
5. Гидрология : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов I, II курса специальности (направления подготовки) 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» / сост. : Б. В. Фисенко. Саратов : ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2016. 126 с.
6. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. II. Украинская ССР. Вып. 3. Бассейны Северского Донца, рек Крыма и Приазовья. Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1980. 204 с.
7. Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчетных значений по неоднородным данным наблюдений / ГУ «Государственный гидрологический институт». СПб. : Нестор-История, 2010. 162 с.
8. Методические указания к выполнению практических заданий и курсовой работы по курсу «Инженерная гидрология и регулирование стока» для студентов специальности С.04.02.00 «Мелиорация и водное хозяйство» / Стефаненко Ю. В. [и др.]. Брест : БГТУ, 2001. 45 с.
9. СТО ГГИ 52.08.41-2017. Основные гидрологические характеристики при нестационарности временных рядов, обусловленной влиянием климатических факторов. СПб. : ФГБУ «ГГИ», 2017. 42 с. (Стандарт организации Росгидромета).
10. Сикан А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации : учебник. СПб. : изд-во РГГМУ, 2007. 279 с.
11. О влиянии промышленных сбросов шахтных вод и ландшафтных изменений на наполняемость поверхностных водных объектов в Луганской Народной Республике / Ю. А. Дегтярев, А. А. Крамаренко, А. К. Коптева, И. Л. Лысенко // Экологический вестник Донбасса. 2022. № 6. С. 37–41.
12. Павлов В. И., Кусайко Н. П., Кулакова С. И. Анализ изменения составляющих водного баланса бассейна водосбора Исаковского водохранилища // Экологический вестник Донбасса. 2021. № 2. С. 73–81.

© Павлов В. И., Кусайко Н. П., Сергейчук О. В.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. каф. ПГСИА ИСАиЖКХ ЛГУ им. В. Даля Дроздом Г. Я., к.т.н., доц., каф. ГЭС ДонГТУ Долгих В. П.

Статья поступила в редакцию 22.02.2024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Павлов Валерий Иванович, канд. техн. наук, зав. научно-аналитическим сектором Научного центра мониторинга окружающей среды
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

Кусайко Наталья Петровна, директор Научного центра мониторинга окружающей среды
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

Сергейчук Ольга Васильевна, научный сотрудник Центра лазерно-оптических измерений «Орион»
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия,
e-mail: olga.sergey4uck@yandex.ru

Pavlov V. I., Kusayko N. P., *Sergeychuk O. V. (Donbass State Technical University, Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia, *e-mail: olga.sergey4uck@yandex.ru)

ASSESSMENT OF THE SERIES PROPERTIES OF THE HYDROLOGICAL OBSERVATIONS AT THE BELAYA RIVER — ISAKOVO STORAGE LAKE HYDROLOGICAL STATION

The paper is devoted to analyzing the possibility of using a hydrological series of observations at the Belaya River — Isakovo hydrological station for subsequent calculations of hydrological characteristics. The hydrological series were assessed representativeness, sufficiency and homogeneity factors. The supposed reasons for the formation of heterogeneity of hydrological information in the territory under consideration are given.

Key words: small rivers, hydrological station, representativeness, sufficiency, homogeneity, difference-integral curves, average annual flow, water content, flow rate, statistical analysis, Fisher criterion, Student criterion.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Pavlov Valery Ivanovich, Ph.D., Head of the Scientific and Analytical sector of the Scientific Center for Environmental Monitoring,
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia

Kusayko Natalia Petrovna, Director of the Scientific Center for Environmental Monitoring,
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia

Sergeychuk Olga Vasiliyevna, Researcher at the Orion Center for Laser-Optical Measurements
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia,
e-mail: olga.sergey4uck@yandex.ru