

АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РЯДОВ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПОСЛЕДУЮЩИХ РАСЧЕТАХ

На территории Луганской Народной Республики малые реки составляют основу гидрографической сети и играют большую народнохозяйственную роль. Малые реки и их водосборные площади представляют собой начальное звено формирования водных ресурсов любой крупной реки.

В последние несколько лет остро обозначилась необходимость детального изучения изменений гидрологических характеристик рек Луганской Народной Республики. В 2020 году на территории ЛНР сложились неблагоприятные гидрометеорологические условия. Высокая температура воздуха в летне-осенний период привела к увеличению испарения с поверхности водных объектов, а крайне малое количество осадков способствовало значительному снижению расходов малых рек. В результате этого объем таких стратегически важных водохранилищ, как Яновское, Елизаветовское и Исаковское значительно уменьшился.

Объектом исследования выбрана река Белая в зоне питания Исаковского водохранилища. Целью данного исследования является формирование алгоритма обработки имеющихся рядов гидрологических характеристик для определения возможности их использования в последующих расчетах.

В процессе исследования были проанализированы различные методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик [1, 2], СП 33-101-2003 [3], СНиП 2.01.14-83 [4], методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик [5], методы статистической обработки гидрометеорологической информации [6], СТО ГГИ 52.08.41-2017 [7].

В качестве исходных данных использовался ряд наблюдений за годовым стоком реки Белой в районе плотины Исаковского водохранилища (гидроствор р. Белая-Исаковское вдхр.). Сведения о гидрологических величинах за период с 1953 г. по 2003 г. получены из отчета «Разработка водохозяйственных балансов Исаковского водохранилища на р. Белая Луганской области» [8], с 2004 г. по 2019 г. ряд продолжен данными наблюдений, предоставленными Филиалом № 1 «ЮГМК» АМК.

Предварительно имеющийся гидрологический ряд, для определения возможности его использования в последующих расчетах, был подвергнут проверке на репрезентативность (представительность) и однородность.

Для проверки ряда гидрологических наблюдений на репрезентативность применяли метод анализа синхронности колебаний разностных интегральных кривых среднегодовых расходов по гидропосту р. Белая-Исаковское водохранилище и гидропосту р. Лугань пос. Долиновское (Владимировка, Калиново). С целью построения разностной интегральной кривой по гидропосту р. Лугань-пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) использовались материалы наблюдений за среднегодовыми расходами из официальных источников: «Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Том 6. Украина и Молдавия. Выпуск 3. Бассейн р. Северского Донца и реки Приазовья» [9, 10], «Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том II. Украинская ССР. Выпуск 3. Бассейны Северского Донца, рек Крыма и Приазовья» [11, 12]. В нашей работе для анализа репрезентативности были построены две совмещенные кривые по гидропостам р. Белая-Исаковское водохранилище и р. Лугань пос. Доли-

новское (Владимировка, Калиново). В интересах исключения воздействия временной изменчивости стока необходимо учитывать коэффициент вариации (изменчивости) C_v . Результаты анализа совмещенных разностных интегральных кривых среднегодовых расходов показывали совпадение тенденций в колебаниях многолетнего стока по бассейнам рек Белая и Лугань в пределах указанных гидропостов. В пределах ограниченного периода результатов наблюдений по гидропосту р. Лугань-пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) (до 1980 г.) 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, а ряд — репрезентативен.

Синхронность колебаний режимов исследуемых нами рек за совместный период наблюдений количественно оценивается коэффициентом парной корреляции R , характеризующим в нашем случае тесноту линейной взаимосвязи между рядами наблюдений за стоком двух рек. Согласно шкале Чеддока, корреляционная связь между рядами наблюдений по исследуемой реке и по реке-аналогу умеренная, но приближается к высокой. Следовательно, линейная взаимосвязь между рядами наблюдений является довольно тесной. Достоверность коэффициента корреляции была установлена с помощью коэффициента достоверности КД. Поскольку коэффициент корреляции более, чем в пять раз превышает свою среднюю ошибку, то его можно признать достоверным.

Оценка однородности ряда гидрологических наблюдений проводилась при помощи гидролого-генетического и статистического анализов.

Генетический анализ заключается в изучении структуры многолетних колебаний стока и выявлении физических причин, обуславливающих неоднородность исходных данных гидрологических наблюдений. Для выявления возможной неоднородности характеристик стока применялся анализ хронологических графиков среднегодовых расходов воды и суммарной интегральной кривой.

Под статистической однородностью понимается принадлежность элементов гидрологических характеристик и их параметров (среднего значения, дисперсии, коэффициентов вариации, асимметрии и автокорреляции отдельных частей ряда) к одной генеральной совокупности. Статистическая оценка однородности ряда гидрологических наблюдений осуществлялась по статистическим критериям Стьюдента и Фишера для средних значений и дисперсий, соответственно. Она заключается 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 задается равный 5 %, что соответствует принятию нулевой гипотезы об однородности временного ряда с вероятностью 95 %. По Стьуденту гипотеза об однородности отклоняется, если расчетное значение t больше критического значения t^* при заданном уровне значимости. Согласно Фишеру, гипотеза об однородности (стационарности) дисперсий принимается при заданном уровне значимости, если расчетное значение статистики критерия F меньше критического F^* при заданных степенях свободы, соответствующих объемам выборок.

В результате оценки ряда гидрологических наблюдений за стоком р. Белой в районе плотины Исаковского водохранилища статистическими методами была выявлена неоднородность ряда. Причиной неоднородности вероятнее всего является то, что имеющийся ряд наблюдений не был приведен к естественному. На рассматриваемом участке в р. Белую сбрасывают бытовые, промышленные стоки, а также шахтные воды. В таком случае гидрологический ряд приводят к естественному, исключая влияющие на сток факторы неприродного происхождения. В дальнейшем новый гидрологический ряд подвергают процедуре проверки на репрезентативность и однородность.

В случае, если в ряде гидрологических наблюдений имеются значения, резко выделяющиеся из общей совокупности, необходимо проводить оценку однородности резко от-

клоняющихся экстремальных значений. Для достижения этой задачи применяют критерии Смирнова — Граббса и Диксона, основанные на анализе соответствия эмпирических и аналитических кривых распределения.

После проведения всех этапов проверки и приведения ряда гидрологических наблюдений, при необходимости, к однородному, ряд признается репрезентативным и однородным.

Таким образом, по результатам проведенного исследования, можно сделать следующий вывод. Предварительная оценка данных гидрологических наблюдений на репрезентативность и однородность является обязательным этапом работы с гидрологической достоверной информацией, которая ложится в основу дальнейшей работы.

Список литературы

1. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений / ГУ «Государственный гидрологический институт». — Санкт-Петербург, 2005. — 103 с.
2. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений / ГУ «Государственный гидрологический институт». — Санкт-Петербург, 2004. — 67 с.
3. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик : [утв. постановлением Госстроя России от 26.12.2003 № 218]. — Москва, 2004. — 73 с.
4. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик / Госстрой СССР. — М. : Стройиздат, 1985. — 36 с.
5. 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.
6. Сикан, А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации : учебник / А. В. Сикан. — СПб. : изд. РГГМУ, 2007. — 279 с.
7. Основные гидрологические характеристики при нестационарности временных рядов, обусловленной влиянием климатических факторов : СТО ГГИ 52.08.41-2017. Рекомендации по расчету. — СПб. : изд. ФГБУ «ГГИ». 2017. — 42 с.
8. Разработка водохозяйственных балансов Исаковского водохранилища на р. Белая Луганской области : отчет / ГППВЦВ «Укрпромводчермет». — Донецк, 2004. — 28 с.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Том 6. Украина и Молдавия. Выпуск 3. Бассейн р. Северского Донца и реки Приазовья. — Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1967. — 495 с.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Том 6. Украина и Молдавия. Выпуск 3. Бассейн р. Северского Донца и реки Приазовья. — Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1977. — 399 с.
11. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том II. Украинская ССР. Выпуск 3. Бассейны Северского Донца, рек Крыма и Приазовья. — Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1980. — 204 с.
12. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том II. Украинская ССР. Выпуск 3. Бассейны Северского Донца, рек Крыма и Приазовья. — Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1985. — 363 с.