

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ВЫБОРОЧНЫХ ОЦЕНОК ЧИСЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПО ВРЕМЕННЫМ РЯДАМ НАБЛЮДЕНИЙ

В.А. Шелутко¹, Е.С. Урусова²

¹Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

THE APPLICATION OF THE METHOD OF STATISTICAL TESTS (THE MONTE CARLO METHOD) FOR ESTIMATING THE ERRORS OF SAMPLE ESTIMATES OF NUMERICAL CHARACTERISTICS FROM THE TIME SERIES OF OBSERVATIONS

V.A. Shelutko¹, E.S. Urusova²

¹Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

²St.Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

Рассматриваются вопросы применения метода Монте-Карло для оценки погрешностей расчетов числовых характеристик стока по имеющимся рядам наблюдений. В результате показывается, что принятый алгоритм использования метода Монте-Карло, послуживший основой официальных рекомендаций по расчету числовых характеристик стока, приводит к значительному преувеличению отрицательного смещения числовых характеристик рассеивания. В связи с этим делается вывод о необходимости существенного уточнения этих рекомендаций.

The application of the Monte Carlo method for estimating the errors in calculating the numerical characteristics of runoff by available series of observations is considered. As a result, it is shown that the adopted algorithm for using the Monte Carlo method, which served as the basis for official recommendations for calculating the numerical characteristics of the runoff, leads to a significant exaggeration of the negative displacement of the numerical characteristics of scattering. In this regard, it is concluded that there is a need for a substantial refinement of these recommendations.

С конца шестидесятих годов прошлого века, широкое распространение для оценки погрешностей выборочных оценок получил метод Монте-Карло. Именно на его основе были разработаны рекомендации по оценке случайных погрешностей и смещенности оценок числовых характеристик, получившие широкое признание в России и достаточно полное отражение в руководящих документах по расчету числовых характеристик стока [1,2].

Вместе с тем при реализации этих алгоритмов возник ряд вопросов, пока еще недостаточно освещенных в литературе.

Первый вопрос связан с тем, что для моделирования методом статистических испытаний использовались таблицы, например, таблица нормированных ординат биномиальной кривой обеспеченности, Пирсона III-го типа. При этом значения ординат в таблицах задавались для обеспеченностей в пределах от 0,01 до 99,9 %. Отсюда, при большом количестве испытаний возникает проблема экстраполяции за пределы данных приведенных в таблицах.

Второй вопрос связан с тем, что в некоторых случаях по кривым обеспеченности Пирсона III-го типа, построенным по временным рядам годового стока, получаются отрицательные значения, что противоречит физической сущности речного стока [3]. Появляются отрицательные значения и при розыгрыше рядов годового стока методом статистических испытаний на основе закона распределения Пирсона III-го типа [4]. Причина появления отрицательных значений, по нашему мнению, изучена недостаточно.

Третий вопрос. Для того чтобы исключить появление отрицательных значений авторы руководящих документов [1, 2] использовали при моделировании рядов стока метод нормализации и линеаризации связей Г.А. Алексеева [5]. При этом не учитывался сглаживающий эффект этого метода [6], что могло привести к увеличению отрицательного смещения характеристик рассеивания. Влияние применения этого метода на конечные результаты моделирования, вообще говоря, не исследовалось.

Четвертый вопрос. Моделирование исходных рядов методом Монте-Карло производилось по теоретическим кривым обеспеченности. При этом, каких либо исследований по вопросу влияния

учета разброса точек эмпирических кривых обеспеченности точек относительно теоретических кривых на конечный результат моделирования не проводилось.

В докладе подробно рассмотрены поставленные вопросы и в результате получены следующие основные выводы:

1. Принятые методики моделирования рядов стока, основанные на использовании одномерных законов распределения случайной величины, могут с достаточной обоснованностью применяться только при отсутствии внутрирядной связи или в крайнем случае, когда коэффициент корреляции связи смежных значений меньше 0,3.

2. Применение при моделировании рядов стока методом Монте-Карло метода нормализации и линеаризации связей Алексеева приводит к неоправданному увеличению отрицательного смещения числовых характеристик рассеивания.

3. Моделирование рядов стока методом Монте-Карло по методике, принятой при разработке руководящих документов по расчету числовых характеристик [1, 2], не учитывает разброс эмпирических точек относительно теоретической кривой обеспеченности. Это неизбежно приводит к занижению (отрицательному смещению) числовых характеристик рассеивания на 10 % и более.

4. Современные рекомендации по учету отрицательного смещения числовых характеристик рассеивания [1, 2], основанные на применении метода Монте-Карло, не учитывали сглаживающего влияния метода линеаризации и нормализации связей, а также разброс значений эмпирической кривой обеспеченности относительно теоретической кривой обеспеченности. Это привело к значительному уменьшению числовых характеристик рассеивания и преувеличению рекомендуемых значений отрицательного смещения.

5. Таким образом, рекомендации по оценке погрешностей расчетных гидрологических характеристик на основе метода Монте-Карло, представленные в руководящих документах [1, 2], нуждаются в существенной доработке.

Литература

1. СНиП 2.01.14-83 Определение расчётных гидрологических характеристик – Л.: Гидрометеоиздат, 1984.
2. СП 33-101-2003. Определение основных расчётных гидрологических характеристик – М. Госстрой России, 2004.
3. Соколовский Д.Л. Речной сток. – Л.: 1968. – 539 с.
4. Рождественский А.В. Оценка точности кривых распределения гидрологических характеристик – Л.: Гидрометеоиздат, 1977.
5. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей – Л.: Гидрометеоиздат, 1971.
6. Шелутко В.А. Численные методы в гидрологии – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. 238 с.