

Методика расчета максимальных уровней озера зоны избыточного увлажнения при отсутствии данных наблюдений

Давыденко Е.В.

Российский государственный гидрометеорологический
университет,
г. Санкт-Петербург, Россия,
davydenko091@gmail.com

На территории России – свыше двух миллионов озёр суммарной площадью более 350 тыс. км², преимущественно это – малые и очень малые озера площадью менее 1 км². Гидрометрическими наблюдениями охвачено менее 1% водоемов, поэтому актуальной остается задача расчета уровней озера при отсутствии данных наблюдений.

В действующем нормативном документе СП 33-101-2003 для расчета максимальных уровней неизученных проточных озера рекомендуется формула:

$$\bar{\Delta}_H = \beta(A/\Omega)^{0,5} \quad (1)$$

где $\bar{\Delta}_H$ – средний многолетний весенне-летний подъем уровня воды в озере над порогом стока, см; A – площадь водосбора озера, км²;
 Ω – площадь зеркала озера, км²;

β – коэффициент, определяемый по данным наблюдений на соседних озерах с близкими соотношениями морфометрических характеристик и режимом стока из водоема.

Значения коэффициента вариации (C_v) и отношение коэффициента вариации к коэффициенту асимметрии (C_s/C_v) также рекомендуется определять по данным наблюдений на соседних, изученных озерах.

На практике при использовании этих рекомендаций возникают определенные трудности:

- методика может применяться только для проточных озера;
- при полевых изысканиях не всегда надежно определяется отметка порога стока озера;
- для корректного расчета необходимо знать не только порог стока неизученного озера, но и озера-аналога, так как коэффициент вариации зависит от нуля графика водомерного поста.
- в некоторых районах сложно подобрать озеро-аналог.
- при использовании одного аналога ошибка параметра β может быть существенной.

В настоящей работе предлагается следующее.

1. В качестве нуля графика неизученного озера использовать не отметку порога стока озера, а отметку среднего многолетнего минимального уровня за меженный период – \bar{H}_{min} .

2. В качестве характеристики изменчивости максимального уровня озера рассматривать не коэффициент вариации, а среднеквадратическое отклонение, которое не зависит от нуля графика водомерного поста.

3. Параметры распределения максимальных уровней воды неизученного озера определять не по одному аналогу, а на основе региональных обобщений с использованием всей имеющейся информации по режиму озера исследуемого района.

Исследование выполнено на примере Северо-Западного региона России включая, республику Карелия и южную часть Кольского полуострова.

Для анализа использовались данные по 42 озерам с площадями зеркала от 2 до 2613 км². Схема расположения озера представлена на рисунке 1.

На рассматриваемой территории выделено три района: 1 – Кольский сегмент; 2 – Карельский сегмент; 3 – северо-западная часть Русской плиты, затронутая валдайским оледенением. При обосновании методики были исключены озера с площадью удельного водосбора (A/Ω) более 100. Оставшиеся озера были разбиты на две группы. Первая группа включала только малые и средние озера, с площадью зеркала менее 100 км². Вторая группа – включала все озера.

Для первой группы озера имеет место устойчивая зависимость среднего максимального уровня воды над \bar{H}_{min} от показателя $(A/\Omega)^{0,5}$ для всей рассматриваемой территории (рис.2):

$$\bar{H}_{max} = 21(A/\Omega)^{0,5} \quad (2)$$

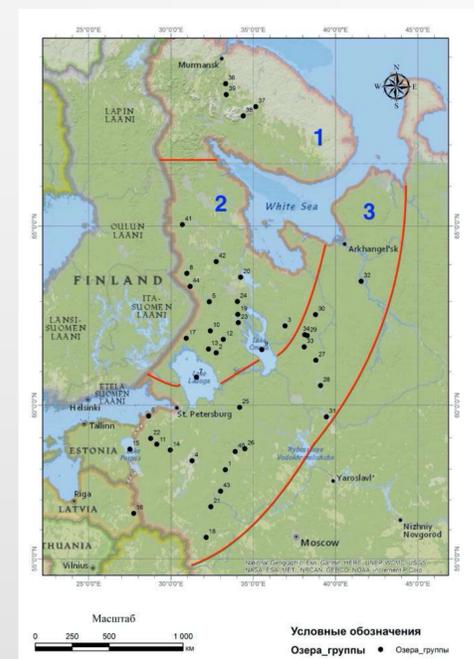


Рис.1. Схема расположения озерных гидрологических постов на территории Северо-Запада РФ.

Для второй группы озера получено уравнение множественной регрессии, включающее в качестве предикторов площадь зеркала озера, площадь водосбора озера и их комбинацию в виде показателя $(A/\Omega)^{0,5}$:

$$\bar{H}_{max} = 22(A/\Omega)^{0,5} - 0,049\Omega + 0,0032A \quad (3)$$

Свободный член оказался статистически не значим, поэтому параметры выражения (3) получены при нулевом свободном члене.

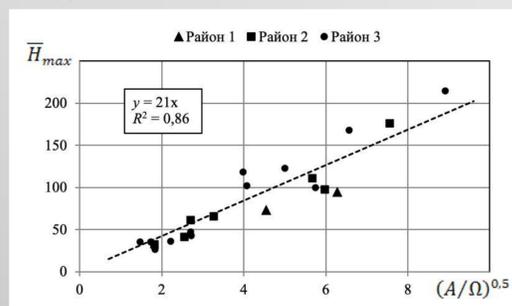


Рис.2. Зависимость среднего максимального уровня озера от показателя $(A/\Omega)^{0,5}$ для территории Северо-Запада РФ

Для средних и малых озера с удельным водосбором менее 100 выявлена зависимость среднеквадратического отклонения максимального уровня воды от среднего многолетнего максимального уровня (рис.3). При построении графика были исключены озера, которые используются как водохранилища сезонного регулирования.

Зависимость аппроксимирована степенным выражением:

$$\sigma_{H_{max}} = \bar{H}_{max}^{-0,7} \quad (4)$$

Относительная ошибка расчета по формулам (2), (3), (4) составила 20%.

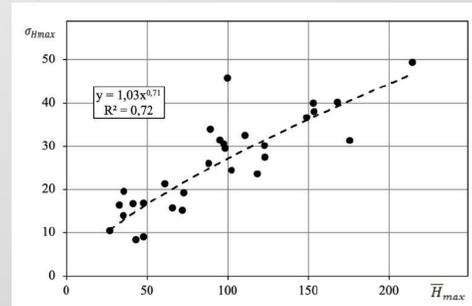


Рис.3. График связи среднего максимального уровня воды и среднеквадратического отклонения для средних и малых озера Северо-Запада РФ.

Для выделенных районов были обобщены статистические параметры кривых обеспеченностей Крицкого-Менкеля. Отношение C_s/C_v принято средним в пределах выделенных районов: район 1 – $C_s/C_v = 0,5$; район 2 – $C_s/C_v = 0$; район 3 – $C_s/C_v = 1,0$.

Таким образом, при отсутствии данных наблюдений на водоемах можно рассчитать среднее многолетнее превышение уровня воды над минимальным уровнем и, зная эту величину, по обобщенным данным кривых распределения получить уровни воды заданной обеспеченности.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, № FSZU-2020-0009
«Исследование физических, химических и биологических процессов в атмосфере и гидросфере в условиях изменения климата и антропогенных воздействий».