

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ВОДООХРАННЫХ ЗОН НА РЕКАХ РОССИИ ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

А.В. Сикан

Российский государственный гидрометеорологический университет, sikan07@yandex.ru

В соответствии с Водным кодексом РФ береговая линия (граница водного объекта) определяется для реки, ручья, канала по среднему многолетнему уровню вод в период, когда они не покрыты льдом. От береговой линии водного объекта начинаются водоохранные зоны. В пределах водоохранных зон устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности. Ширина водоохранной зоны на реках за пределами городов составляет от 50 до 200 м в зависимости от длины водотока. Следовательно, положение границ водоохранной зоны зависит от среднего многолетнего уровня за безледоставный период.

При отсутствии гидрометрических данных этот уровень определяется по кривой $Q = f(H)$ в зависимости от среднего многолетнего расхода воды за безледоставный период. Кривая зависимости расхода воды от уровня $Q = f(H)$ строится гидравлическим методом с использованием данных полевых изысканий. Таким образом, основной расчетной характеристикой при определении границ водоохранных зон является средний многолетний расход воды за безледоставный период. В настоящей статье представлена формула для определения этой характеристики при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. Методику можно использовать на всей территории России.

Ключевые слова: реки России, Водный кодекс РФ, безледоставный период, уровень воды, водоохранные зоны.

DETERMINATION OF THE BOUNDARIES OF WATER PROTECTED ZONES ON THE RIVERS OF RUSSIA, WHEN THERE ARE NO HYDROLOGICAL OBSERVATIONS

A. V. Sikan

Russian State Hydrometeorological University

Under the Water Code of the Russian Federation the coastline (water body boundary) is determined for a river, stream, channel according to the long-term average water level during the ice-free period. Within water protection zones starting from water body shorelines, a special regime for the implementation of economic and other activities is established. The width of the water protection zone on rivers outside towns is from 50 to 200 m, depending on the length of the watercourse. Therefore, the position of the water protection zone boundaries depends on the average multi-year level for the ice-free period. Without hydrometric data this level is determined according to the curve $Q = f(H)$ depending on the average long-term discharge for the ice-free period. Discharge-water level curve $Q = f(H)$ can be constructed hydraulically using data from field surveys. Thus, the main calculation characteristic when delimitating the boundaries of the water protection zones is the average long-term water discharge for the ice-free period. This article presents a formula for determining this characteristic in the absence of hydrometric observations. This method can be used for all regions of Russia.

Keywords: rivers of Russia, Water Code of the Russian Federation, ice-free period, water level, water protection zones.

Введение

Водоохранными зонами на реках являются территории, которые примыкают к береговой линии реки. На этих территориях действуют ограничения на ведение хозяйственной и иной деятельности. Ширина водоохранной зоны за пределами городов назначается в зависимости от длины реки. Для рек протяженностью до 10 км ширина водоохранной зоны (для каждого берега) составляет 50 м, для рек протяженностью от 10 до 50 км — 100 м, для рек протяженностью более 50 км — 200 м [1].

Таким образом, для установления границ водоохранных зон реки необходимо знать положение ее береговых линий.

Береговая линия — это линия пересечения поверхности водного объекта с поверхностью суши. Поскольку уровень воды в течение года не постоянен, то для рек и ручьев следует определять береговую линию «по среднему многолетнему уровню вод в период, когда они не покрыты льдом»¹ [1, 3].

Смысл термина «период, когда река не покрыта льдом» с гидрологической точки зрения не вполне понятен. Например, можно ли считать, что река покрыта льдом при ледоходе или при наличии заберегов? Чтобы не было неопределенности, в методических указаниях (2009) [2] используется другой термин — «безледоставный период». Таким образом, береговую линию реки в расчетном створе мы будем определять по среднему многолетнему уровню реки за безледоставный период, то есть за период, когда на реке отсутствует ледостав.

При отсутствии на исследуемой реке данных гидрометрических наблюдений расчетный уровень определяется по кривой зависимости расхода от уровня $Q = f(H)$, которая строится гидравлическим методом с использованием данных полевых изысканий. При построении этой зависимости поперечный профиль делят на отсеки (русловой отсек, левая пойма, правая пойма) и для каждого отсека в зависимости от уровня рассчитывается расход воды по формуле [2, 4]

$$Q = \left(\frac{\omega}{n} \right) h^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}},$$

где ω — площадь поперечного сечения, h — средняя глубина потока, I — уклон водной поверхности, n — коэффициент шероховатости.

По построенной кривой получают расчетный уровень в зависимости от среднего многолетнего расхода воды за безледоставный период.

Средний многолетний расход воды за безледоставный период можно определить по формуле [2]

$$\bar{Q}_{6/n} = k\bar{Q}, \quad (1)$$

где \bar{Q} — средний многолетний расход воды (норма годового стока), k — переходный коэффициент.

В соответствии с СП 33-101-2003 [4] для неизученных рек средний многолетний модуль годового стока определяется методом пространственной интерполяции

¹ Водный кодекс РФ, статья 5, п. 4.

с использованием данных по ближайшим рекам-аналогам. Переход к среднему многолетнему расходу воды производится по формуле

$$\bar{Q} = \bar{q}F10^{-3},$$

где \bar{Q} — средний многолетний расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$), \bar{q} — средний многолетний модуль годового стока ($\text{л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$), F — площадь водосбора реки в расчетном створе (км^2).

Один из вариантов определения коэффициента k — рассчитать этот коэффициент по двум-трем ближайшим рекам-аналогам и осреднить.

Основная задача настоящего исследования — проанализировать пространственную изменчивость коэффициента k и дать рекомендации по его определению при отсутствии данных гидрометрических наблюдений.

Материалы и методы

Было проведено исследование для 11 регионов России. В каждом регионе проанализированы данные по 25—46 гидрологическим постам. Использовались данные по рекам с устойчивым ледоставом и площадью водосбора менее 50 000 км^2 .

Коэффициент k для каждого поста определялся обратным путем по формуле (1):

$$k = \frac{\bar{Q}_{\text{б/п}}}{\bar{Q}}.$$

Как показал анализ, параметр k оказался достаточно устойчивым в пределах довольно крупных территорий. Его коэффициенты пространственной вариации невелики и по отдельным регионам изменяются от 0,05 до 0,14 (табл. 1).

Кроме того, для каждого гидрологического поста была определена средняя относительная продолжительность безледоставного периода по формуле

$$k_t = \frac{(365 - T_{\text{л}})}{365}, \quad (2)$$

где $T_{\text{л}}$ — средняя продолжительность ледостава.

Результаты

Средние районные значения параметра k и относительной продолжительности безледоставного периода (k_t) приведены в табл. 1.

Как показал анализ, между параметрами k и k_t существует довольно тесная связь, но эта связь является нелинейной. Для линеаризации связи построена логарифмическая зависимость $\lg k = f(\lg k_t)$ (рис. 1).

При построении зависимости была добавлена точка с координатами ($k = 1$; $k_t = 1$). Таким образом, в явном виде был зафиксирован факт, что на реках, где отсутствует ледостав, средний многолетний расход за безледоставный период равен норме годового стока. Аппроксимация исследуемой зависимости выполнена многочленом второй степени при нулевом свободном члене, так как при $k = 1$ и $k_t = 1$ соответствующие логарифмы равны нулю: $\lg k = 0$; $\lg k_t = 0$.

Таблица 1

Районные значения параметров k и k_i для рек с устойчивым ледоставом
Regional values of the parameters k and k_i for rivers with stable ice formation

Регион	Число постов	Коэффициент пространственной вариации параметра k	Средние районные значения	
			k	k_i
Северный Край	40	0,07	1,51	0,59
Северо-Запад	46	0,06	1,26	0,73
Карелия			1,27	0,71
Бассейн Дона	33	0,06	1,27	0,73
Верхнее течение Волги	44	0,08	1,35	0,68
Нижнее и среднее течение Волги	32	0,06	1,49	0,59
Западная Сибирь	42	0,05	1,60	0,58
Бассейн Енисея	36	0,11	1,73	0,53
Бассейн Ангары	33	0,10	1,75	0,51
Бассейн Лены	35	0,12	2,42	0,41
Бассейн Колымы и рек Магаданской области	25	0,10	2,27	0,39
Бассейн рек Камчатской области	31	0,14	1,59	0,52

Из рис. 1 видно, что отмечается высокая точность аппроксимации связи, коэффициент детерминации которой равен 0,98. Расчетное уравнение имеет вид

$$\lg k = 0,78(\lg k_i)^2 - 0,61(\lg k_i).$$

После потенцирования получаем

$$k = k_i^{0,78 \lg k_i - 0,61}. \quad (3)$$

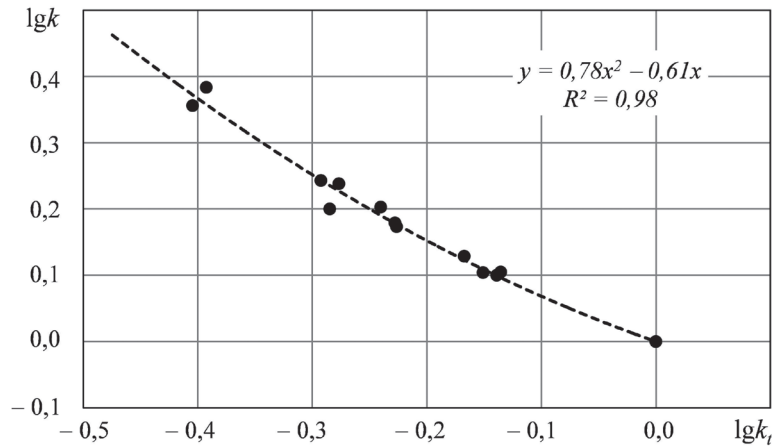


Рис. 1. График зависимости $\lg k = f(\lg k_i)$.

Fig. 1. Graph of the dependence $\lg k = f(\lg k_i)$.

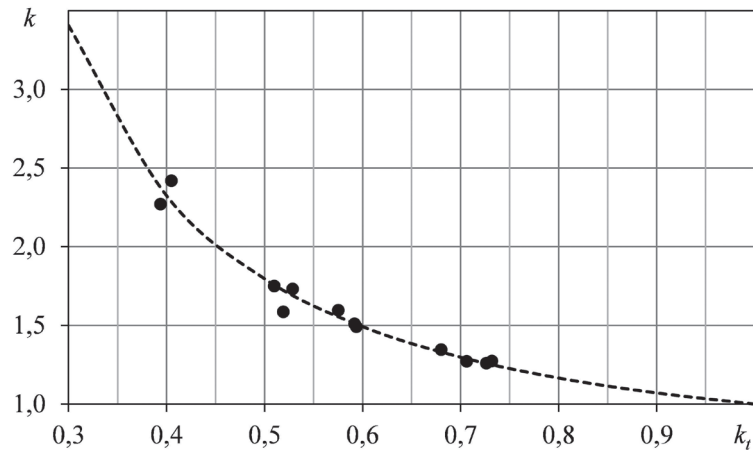


Рис. 2. Зависимости переходного коэффициента k_t от относительной продолжительности безледоставного периода.

Fig. 2. The dependence of the transition coefficient k_t on the relative duration of the iceless period.

Обсуждение

На рис. 2 представлена зависимость $k = f(k_t)$ и ее аппроксимация с помощью выражения (3). Средняя ошибка аппроксимации составляет 2,8 %, максимальная — 8,3%.

Формулу (3) можно рекомендовать для расчета коэффициента k для всей территории Российской Федерации. При этом среднюю продолжительность ледостава следует определять по ближайшим рекам-аналогам (или по региональным картам), а среднюю относительную продолжительность безледоставного периода по — по формуле (2).

Выводы

При отсутствии данных гидрометрических наблюдений средний многолетний расход воды за безледоставный период допустимо определять по формуле (1).

Переходный коэффициент k в первом приближении можно принять по табл. 1. Более точно параметр k можно получить, проведя расчеты по двум-трем ближайшим рекам-аналогам и осреднив полученные значения.

Альтернативный вариант — расчет k с использованием формул (2) и (3). В этом случае по ближайшим рекам-аналогам определяется средняя продолжительность ледостава. Для практических расчетов этот вариант более удобен, так как средняя продолжительность ледостава относится к категории основных гидрологических характеристик и публикуется региональными УГМС в таблицах «Ледовые явления».

В районах Крайнего Севера азиатской части России, где гидрометрическая сеть отсутствует, среднюю продолжительность ледостава на реках можно приближенно оценить, используя данные метеорологических наблюдений.

Список литературы

1. Водный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон № 74-ФЗ от 03.06.06.
2. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. СПб: Нестор-История, 2009. 193 с.
3. Постановление Правительства РФ от 29 апреля 2016 г. № 377 «Об утверждении Правил определения местоположения береговой линии (границы водного объекта), случаев и периодичности ее определения и о внесении изменений в Правила установления на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов» (ред. от 14.12.2018).
4. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. М.: Стройиздат, 2004. 72 с.

References

1. *Vodnyy kodeks Rossiyskoy Federatsii*. Water Code of the Russian Federation. Federal Law № 74-FL of 03.06.06. [In Russian].
2. *Metodicheskiye rekomendatsii po opredeleniyu raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik pri nalichii dannykh gidrometricheskikh nablyudateley*. Guidelines for determining the estimated hydrological characteristics in the presence of data from hydrometric observers. St. Petersburg: Nestor-Istoriya, 2009:193 p. [In Russian].
3. *Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 29 aprelya 2016 g. № 377 «Ob utverzhdenii Pravil opredeleniya mestopolozheniya beregovoy linii (granitsy vodnogo ob'yekta), sluchayev i periodichnosti yeye opredeleniya i o vnesenii izmeneniy v Pravila ustanovleniya na mestnosti granits vodookhrannykh zon i granits pribrezhnykh zashchitnykh polos vodnykh ob'yektov»*. Decree of the Government of the Russian Federation of April 29, 2016 № 377 «On approval of the Rules for determining the location of the coastline (water body boundary), cases and the frequency of its determination, and on amendments to the Rules for establishing the boundaries of water protection zones and the boundaries of coastal protective strips» (as amended on 12.14.2018). [In Russian].
4. *SP 33-101-2003. Opredeleniye osnovnykh raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik*. SP 33-101-2003. Determination of the main calculated hydrological characteristics. Moscow: Stroyizdat, 2004: 72 p. [In Russian].

Статья поступила 03.07.2019

Принята 29.10.2019

Сведения об авторе

Сикан Александр Владимирович — доцент, канд. геогр. наук, доцент кафедры инженерной гидрологии Российского государственного гидрометеорологического университета, sikan07@yandex.ru

Information about author

Sikan A.V. — Candidate of Geographic Sciences. Associate Professor, Department of Engineering Hydrology, Russian State Hydrometeorological University