

**ГИДРОЛОГИЯ***А.М. Владимиров***ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ВОДООХРАННЫХ ЗОН ДЛЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ***A.M. Vladimirov***HYDROLOGICAL ASPECTS OF WATER PROTECTION ZONE  
DESIGN FOR WATER OBJECTS**

*Для проектирования водоохраных зон по берегам водных объектов необходимо учитывать факторы (гидрологические, морфологические, морфометрические), влияющие на расчет их ширины и назначение линии отсчета. За линию отсчета может быть принят урез воды, соответствующий минимальному 30-суточному расходу воды 3 %-й обеспеченности в летний сезон.*

*In order to design sanitary protection zones on coasts of water bodies, it is necessary to take into account factors (hydrological, morphological, channel data) affecting the calculation of width of a zone and determination of initial line. The shoreline corresponding to the average discharge for summer low-water period (30 consecutive days) of 3 % probability can be accepted for an initial line.*

Водоохранные зоны для водных объектов должны существовать (согласно ст. 111 «Водного кодекса Российской Федерации» [1996 г.]) в местах любой хозяйственной деятельности, которая может повлиять на экологическое состояние водного объекта (распашка полей, лесозаготовки, строительство и пр.).

Водоохранная зона – это участок земли, примыкающий к водному объекту и включающий прибрежную защитную полосу. Назначение водоохраных зон – защита рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ, прудов, а также болот (подземные воды и моря здесь не рассматриваются) от загрязнения, засорения, заиления и истощения. Поэтому в этих зонах устанавливается специальный режим хозяйственной деятельности, а особо строгие требования предъявляются к использованию прибрежных защитных полос, непосредственно примыкающих к урезу воды. Именно последний принимается за линию отсчета ширины водоохранной зоны в целом и защитной полосы в частности. В настоящее время ширина зоны и полосы назначаются в зависимости от длины водотока или площади водоема, а отсчет ведется от среднесезонного уреза воды в летний период. Эти характеристики очень опосредованно связаны с качеством воды, которое прежде всего зависит от ее количества и способности к самоочищению, определяемых гидрологическими, гидродинамическими и гидрохимическими условиями в водотоках, водоемах и их бассейнах.

Формально регламентируемая ширина водоохранной зоны и защитной полосы не учитывает многих факторов и прежде всего условий стекания поверх-

ностных вод в прибрежных зонах водных объектов (их морфологию и морфометрию).

При снеготаянии или выпадении дождей ширина зоны может быть недостаточной, чтобы перехватить или существенно снизить приток загрязненных поверхностных вод в реку или озеро.

Особенно большое значение водоохранные зоны имеют для малых рек и озер, поскольку запасы воды в них невелики, скорости течения небольшие (для равнинных рек), самоочищающая способность мала, и поэтому их легко загрязнить, засорить, заилить или истощить. В соответствии с ГОСТом [1977 г.] к малым относят реки с площадью водосбора до 2000 км<sup>2</sup> и расходом воды до 5 м<sup>3</sup>/с, а к средним – с площадью водосбора до 50 000 км<sup>2</sup> и расходом воды до 100 м<sup>3</sup>/с. Озера считают малыми, если площадь их поверхности не превышает 10 км<sup>2</sup>, а объем до 0,5 км<sup>3</sup>. К средним относят озера с площадью поверхности до 100 км<sup>2</sup> и объемом до 1 км<sup>3</sup>. Указанные цифры являются средними и для отдельных районов могут быть значительные отличия.

Так, в зонах достаточного увлажнения к малым могут относиться реки с площадью водосбора до 1000 км<sup>2</sup>, а на засушливых территориях – до 3000–5000 км<sup>2</sup> [Владимиров, 1970, 1976]. Расходы воды для площади водосбора 2000 км<sup>2</sup> могут меняться в летний сезон от 10 – 12 м<sup>3</sup>/с в северных районах России до 0,5 – 1 м<sup>3</sup>/с в южных районах, а в засушливых районах Причерноморья, Прикаспия и Западной Сибири ежегодно пересыхают реки с площадью водосбора 500 – 1000 км<sup>2</sup> и сток рек с площадью 2000 км<sup>2</sup> составляет всего 0,2 м<sup>3</sup>/с (среднегодовое значение).

Между площадью водосбора и длиной равнинной реки существует соотношение, установленное в середине XX в. Р.Е. Нежиховским:

$$A = 0,58L^{1,78},$$

где  $A$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>;  $L$  – длина водотока, км.

Для рек Северо-Западного региона РФ на кафедре гидрологии суши РГГМУ (А.В. Сикан) была разработана следующая связь:

$$L = 1,88A^{0,55}.$$

Привязка ширины водоохранной зоны лишь к длине реки (как и к площади озера) является весьма формальным приемом.

Это связано, очевидно, с желанием максимально облегчить практику назначения водоохранных зон.

Однако принятая практика назначать ширину зоны (например, при длине реки до 10 км – ширина зоны 15 м, а при длине до 50 км – 100 м) показывает, во-первых, наличие резкого скачка в ширине при смене градаций длин, во-вторых, отсутствие научно обоснованных критериев проектирования ширины водоохранных зон и защитных полос, поскольку не учитываются основные факторы, влияющие на формирование и сток поверхностных вод.

Ширина водоохранной зоны и прибрежной полосы должна зависеть не только от типа и вида водного объекта, но и от фазы водного режима, характера поверхности проектируемой зоны, уклонов местности, типа речной долины или береговой области озера. Следует учитывать существующее природное качест-

во речных или озерных вод и характер хозяйственного использования ближайших к водным объектам территорий.

Природное качество воды непостоянно во времени и зависит от фаз водного режима гидрологических объектов. Наибольшую концентрацию солей речные воды имеют в меженный период, когда количество воды в русле наименьшее и она формируется подземными водами, имеющими значительно большую, чем поверхностные, концентрацию естественных солей. На большей части территории России наименьшие расходы воды в реках, как и уровни в озерах, наблюдаются в зимнюю межень. Лишь в южных районах (лесостепная и степная зоны) летняя межень более маловодная, чем зимняя.

В многоводные фазы стока (половодье, паводки) в водотоки и водоемы в наибольшем количестве могут попадать органические вещества, смываемые с поверхности водосборов, особенно в прибрежных зонах. В эти же фазы стока в реках наблюдаются наибольшие скорости течения и большая турбулентность, что способствует перемешиванию вод. Подобное же происходит в водоемах, особенно проточных. Чем лучше перемешивание вод, тем интенсивнее происходит разбавление сточных вод и самоочищение водных объектов. Наиболее слабое перемешивание вод наблюдается на малых равнинных реках и непроточных водоемах.

Малые реки и водоемы легко прогреваются в летний сезон, что в особо жаркие годы способствует ухудшению качества воды (зарастание рек, цветение водоемов). В зимний период такие водные объекты имеют наибольшую толщину льда, вплоть до промерзания.

Уменьшение количества чистой воды в водотоках и водоемах ведет к снижению их самоочищающей способности. Потеря этой способности наступает в случае невозможности разбавления поступающих загрязненных вод в должной мере (5–10-кратное превышение чистых вод над количеством загрязненных) и подавление жизнедеятельности перерабатывающих эти загрязнения микроорганизмов и растительности. Наиболее опасными, с этих позиций, являются меженные периоды в летний и зимний сезоны в годы с небольшой водностью. Соответствующие этим периодам расходы воды на кривой обеспеченности располагаются в ее средней и нижней частях (при обеспеченностях более 40–50 %). В этот период питание рек осуществляется за счет лишь глубоких подземных вод, в то время как в многоводные годы (верхняя часть этой же кривой обеспеченности) в питании рек в меженный период могут участвовать почвенно-грунтовые и даже поверхностные воды (при небольших паводках).

В многоводную фазу стекание вод, образующихся на водосборе, происходит в основном в поверхностно-почвенном слое с образованием мелколучевой сети. Это, естественно, способствует смыву поверхностных загрязнений в речную сеть и водоемы.

Скорость стекания вод по поверхности зависит от уклона, шероховатости и впитывающей способности (инфильтрации) почв. Малые уклоны, большая шероховатость (особенно сочетание травы, кустарника и деревьев на пойме и террасах) и пористость почв способствуют медленному стеканию поверхностных вод и уменьшению их количества за счет инфильтрации и испарения

в теплый период. Наименьшая шероховатость характерна для ровных чистых участков с низкотравьем. В целом коэффициенты шероховатости (по И.Ф. Карасеву) могут изменяться от 0,025 до 0,10–0,20.

Уклоны и характер поверхности прибрежных территорий в большой мере зависят от типа речной долины, характеризующейся поперечным профилем. Реки равнинных территорий обычно имеют один из трех типов долин. Наиболее распространены долины ящикообразной и трапецеидальной форм (рис. 1а, б).



Рис. 1. Типы речных долин.

Для рек, протекающих по плоской равнинной территории, к тому же еще и заболоченной (например, Западная Сибирь), свойственны неясно выраженные в поперечном профиле долины (рис. 1в).

Наибольшее изменение уклонов происходит в долинах ящикообразной формы, где имеются относительно горизонтальные террасы и довольно крутые склоны. В зависимости от высоты террас ширина разлива рек (или одной и той же реки) может значительно варьировать, но все же будет меньше (при одинаковой мощности рек), при трапецеидальной форме. При неясно выраженной долине в период высокого половодья может происходить слияние соседних рек.

Характер береговых склонов (сухие и затопляемые) равнинных озер зависит от типа озера. Высокие и крутые берега обычно имеются у озер, образованных древними моренами, низкие и пологие – у пойменных озер в степных, а также заболоченных районах.

Таким образом, при проектировании водоохраных зон и прибрежных защитных полос необходимо учитывать прежде всего расход водотока в маловодную фазу стока или уровень водоема, их самоочищающую способность (характерное природное состояние водного объекта) в эту фазу, почво-грунты прилегающих к объектам территорий и их мощность, характер растительности, уклоны местности, наличие микро- и макроразнообразий (от луж до стариц), степень хозяйственного освоения территорий, примыкающих к водным объектам.

Относительная ширина зоны (относительно размеров водного объекта) должна увеличиваться при снижении самоочищающей способности водотока или водоема и улучшении условий стекания поверхностных вод с прибрежных территорий (слабо заросшая территория, глинистые породы, большие уклоны, наличие оврагов и т.п.).

За линию отсчета ширины водоохранной зоны целесообразно принимать на водотоках урез воды, соответствующий минимальному летнему 30-суточному расходу воды 3 %-й обеспеченности. Назначение такой обеспеченности обусловлено тем, что при минимальных средних (50 %-й обеспеченности) расходах воды русло реки нередко обнажается на существенную ширину, поток уходит к одному из берегов и в результате отсчет ширины водоохранной зоны можно (при формальном отношении) производить буквально от середины реки. Назна-

чение расходов малой обеспеченности, наблюдающихся в годы с многоводной меженью, когда русло полностью заполнено водой, позволит избежать указанного недостатка.

Применение в расчетах минимальных 30-суточных расходов воды вместо средних меженных позволяет устанавливать необходимые характеристики для рек (или их участков) с отсутствием данных гидрометрических измерений.

В основу расчетов для малых рек может быть положена формула по [Владимиров, 1970]:

$$Q_{30_{3\%}} = aA^n,$$

где  $Q_{30_{3\%}}$  – минимальный 30-суточный расход воды 3 %-й обеспеченности;  $A$  – площадь водосбора;  $a, n$  – районные параметры, значения которых могут быть определены для среднемноголетнего  $Q_{30}$ , как это сделано в работе [Владимиров, 1970], а затем с помощью коэффициента  $\lambda_{3\%}$  могут быть рассчитаны значения  $Q_{30_{3\%}}$  по аналогии с [Владимиров, 1976; СНИП, 1985].

Данные о расходах воды позволяют вычислить уровень воды той же обеспеченности известными гидрометрическими методами, применяемыми для расчета расходов воды по данным гидрометрической съемки и кривой  $Q = f(H)$  – связь расходов и уровней.

Для определения минимального стока средних рек целесообразно использование карт изолиний стока.

К сожалению, в настоящее время готовых для практического применения материалов по расчету вышеуказанных характеристик нет. Существующий норматив СП 33-101-2003 [2004 г.] вообще не содержит прикладных материалов, а имевшиеся в отмененном СНИП 2.01.14-83 [1985 г.] и Пособии к нему материалы по минимальному стоку позволяли рассчитывать его характеристики только в диапазоне обеспеченностей 75 – 97 %.

В целом же рассматриваемый вопрос является весьма сложным как с гидрологических и экологических, так и с экономических и юридических позиций. В последнем случае юридические споры могут идти буквально за метры и сантиметры земельных участков. Поэтому научное гидроэкологическое обоснование ширины водоохранной зоны и линии ее отсчета имеет весьма большое значение.

### Литература

1. Владимирова А.М. Минимальный сток рек СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1970.
2. Владимирова А.М. Сток рек в маловодный период года. – Л.: Гидрометеиздат, 1976.
3. Водный кодекс РФ. – М., 1996.
4. ГОСТ 17.1.1.02-77 Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов. – М., 1977.
5. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М., 2004.
6. СНИП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М., 1985.