

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 км² и расходом воды до 5 м³/с, а к средним – с площадью водосбора до 50 000 км² и расходом воды до 100 м³/с. Озера считают малыми, если площадь их поверхности не превышает 10 км², а объем до 0,5 км³. К средним относят озера с площадью поверхности до 100 км² и объемом до 1 км³. 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 км², а на засушливых территориях – до 3000–5000 км² [Владимиров, 1970, 1976]. Расходы воды для площади водосбора 2000 км² могут меняться в летний сезон от 10 – 12 м³/с в северных районах России до 0,5 – 1 м³/с в южных районах, а в засушливых районах Причерноморья, Прикаспия и Западной Сибири ежегодно пересыхают реки с площадью водосбора 500 – 1000 км² и сток рек с площадью 2000 км² составляет всего 0,2 м³/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, км²; 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).

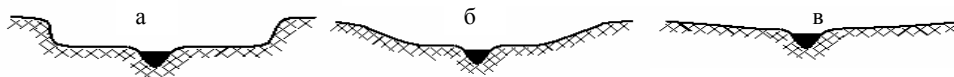


Рис. 1. Типы речных долин.

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.