

УДК 504.054

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ПОДХОД К УСТАНОВЛЕНИЮ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ (НДВ) ПО ПРИВНОСУ В ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

© 2013 г. **О.А. Клименко, А.Е. Косолапов**

*Северо-Кавказский филиал ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», г. Новочеркасск*

**Ключевые слова:** водный объект, водохозяйственный участок, загрязняющие вещества, норматив допустимого воздействия.



**А.Е. Косолапов**

**О.А. Клименко**

Представлена усовершенствованная методика установления нормативов допустимого воздействия по привносу в водный объект химических веществ, что позволяет представительно и дифференцировано устанавливать нормативы вредного воздействия по привносу загрязняющих веществ на водохозяйственный участок как в части их общего допустимого привноса, так и со сточными водами действующих контролируемых на участке источников загрязняющих веществ. В методику включен расчета нормативного выноса (массопереноса) загрязняющих веществ на нижележащий участок водного объекта, позволяющий существенно дополнить перечень нормируемых показателей, способствующих эффективному управлению качеством воды на водохозяйственных участках.

Нормативы допустимого воздействия (НДВ) на водные объекты являются важным этапом и основой разрабатываемых Схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) в РФ. Установленные НДВ должны учитываться и использоваться при оценках воздействия на окружающую среду (ОВОС) в разработках предпроектной и проектной документации размещения, проектирования, строительства и реконструкции хозяйственных и иных объектов, оказывающих влияние на состояние водных объектов.

В настоящее время в качестве методического руководства установления НДВ используются «Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты», утвержденные Приказом МПР России от 12.12.2007 № 328 [1]. Как показал опыт разработки НДВ для рек Северо-Кавказского региона, для ряда теоретических подходов, использованных в руководстве [1], требуется внесение уточнений и корректировок. К основным из них можно отнести:

- установление целевых показателей качества воды (ЦПКВ);
- виды НДВ по привносу загрязняющих веществ (ЗВ) на водохозяйственные участки (ВХУ) водных объектов и способы их расчета.

### **Методический подход к установлению целевых показателей качества воды**

Целевые показатели качества вод (ЦПКВ) – это состав и концентрации химических веществ, микроорганизмов и других показателей качества воды в водных объектах, при которых не деградирует экологическая система водного объекта и обеспечиваются социальные потребности приоритетных видов водопользования.

Цель установления ЦПКВ – организация контроля и нормирования нагрузки водных объектов ЗВ. К сожалению, в руководстве [1] в такой постановке вопрос установления и использования ЦПКВ не рассматривается, хотя установленные ЦПКВ должны являться связующим звеном между НДВ и разрабатываемыми нормативами сброса сточных вод (НДС).

ЦПКВ для поверхностных водных объектов должны устанавливаться исходя из:

- 1) отнесения водных объектов или их участков к определенным группам водных объектов (русловые водохранилища, озера-водохранилища, спрямленные (канализованные) участки рек, природные водоемы и водотоки, трансформированные в технологические водоемы и др.);

2) происхождения и особенностей миграции в природных водах нормируемых ЗВ;

3) условий целевого использования водных объектов;

4) сложившегося экологического состояния водных объектов.

В случае комплексного использования водного объекта принимаются наиболее жесткие нормы качества воды для имеющихся на водном объекте видов водопользования.

По происхождению ЗВ могут быть:

– искусственного происхождения (ксенобиотики), например нефтепродукты, СПАВ;

– двойного генезиса, т. е. вещества широко распространенные в природных водах как по естественным причинам, так и в результате антропогенного воздействия.

В зависимости от целевого использования водных объектов для ксенобиотиков нормативы качества воды устанавливаются на основе рыбохозяйственных или гигиенических нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК).

Для веществ двойного генезиса в зависимости от конкретных условий в качестве нормативов могут использоваться ПДК или рассчитанные характерные для всего рассматриваемого ВХУ условно фоновые концентрации ЗВ.

При установлении НДВ и НДС необходимость учета условно фоновых концентраций для веществ двойного генезиса связана с особенностями используемых в настоящее время методов химического анализа природных вод. В результате химического анализа фильтрованной пробы воды определяется суммарная концентрация ЗВ, находящегося в виде ионов и недиссоциированных молекул, а также входящего в состав органоминерального комплекса. Миграция ЗВ в составе органоминерального комплекса в большинстве случаев снижает уровень токсичности этих веществ. Нормативы ПДК предназначены для ограничения содержания ЗВ в природной воде, находящихся только в ионной форме и форме недиссоциированных молекул. Это обстоятельство может влиять на корректность оценки степени загрязненности воды только на основании использования для этой цели ПДК. В сложившейся организации гидрохимических наблюдений на водных объектах более эффективным для нормирования качества воды может оказаться использование фоновых концентраций ЗВ, рассчитанных в целом для всего рассматриваемого ВХУ.

Исходя из рассмотренных особенностей контроля за качеством природных вод, нормативно-информационной основой для комплексного подхода к установлению

ЦПКВ должны служить: ПДК, установленные по видам водопользования; расчетные условно фоновые концентрации ЗВ, определяемые по результатам систематических гидрохимических наблюдений; и экологические нормативы, отражающие требования к качеству воды для сохранения или улучшения сложившейся экологической обстановки на рассматриваемом ВХУ.

Предлагаемая процедура установления ЦПКВ для расчетных ВХУ заключается в следующем.

Для каждого ВХУ по каждому из рассматриваемых ЗВ из имеющихся створов систематических гидрохимических наблюдений выбирают створы, где отмечалось наилучшее качество воды. Далее в соответствии с [2], рассчитывают фоновую концентрацию, представляющую собой условный фон по рассматриваемому веществу для всего ВХУ на период действия НДВ и СКИОВО. Условно фоновая концентрация ЗВ рассчитывается для наиболее неблагоприятного в годовом цикле периода (таким периодом может быть календарный месяц, сезон, период ледостава, холодный период года, теплый период года, весь годовой цикл) за последний характерный многолетний период наблюдений. При этом предварительно из имеющегося ряда наблюдений исключаются нехарактерные экстремальные концентрации, связанные с грубыми ошибками или аварийными ситуациями.

Если на рассматриваемом участке имеются результаты многолетних (более 7 лет) синхронных гидробиологических и гидрохимических наблюдений, то могут быть установлены экологические нормативы (ЭН) качества воды по гидрохимическим показателям. Для установления ЭН можно использовать биотический подход, основанный на наличии причинно-следственной связи между уровнями воздействий на биоту и откликом биоты. Биологической основой такого подхода является концепция экологической толерантности, устанавливающая допустимые уровни воздействий для биотической части водных экосистем. Согласно этой концепции, для любой экологической системы можно найти такие пределы изменения ее параметров, при которых сохраняется относительная стабильность ее состояния. В указанном смысле можно отождествить пределы экологической толерантности с границами, внутри которых состояние экосистемы можно считать нормальным.

В целях установления ЭН по результатам анализа синхронно полученной многолетней гидрохимической и гидробиологической информации по длине интересующего участка реки выделяются участки и створы наблюдения, принимаемые за «условно фоновые». Состояние абиотической и биотической компонент этих

участков можно отождествлять с пределами экологической толерантности, верхние значения которых можно использовать для установления экологических нормативов качества воды ( $C_3$ ).

Установление ЦПКВ для всего ВХУ предлагается осуществлять в следующей последовательности:

- проводится анализ структуры водопользования по каждому бассейну, подбассейну, ВХУ, выделяются основные виды водопользования;
- для каждого ВХУ устанавливается перечень приоритетных видов водопользования;
- проводится выбор состава показателей, определяющих качество воды в водных объектах, исходя из нормативных требований приоритетных видов водопользования;
- осуществляется оценка качества воды в водных объектах по данным систематических гидрохимических и гидробиологических наблюдений с учетом нормативных требований приоритетных видов водопользования (с учетом ПДК и классов качества воды по гидробиологическим показателям);
- анализируется соответствие качества воды требованиям приоритетных видов водопользования в каждом створе наблюдения на ВХУ;
- устанавливаются ЦПКВ для всего рассматриваемого ВХУ по отдельным приоритетным ЗВ.

Установление ЦПКВ выполняется для каждого ЗВ в соответствии со следующими условиями:

а) для ксенобиотиков

$$C_{\text{цпкв}} = C_{\text{пдк}}, \quad (1)$$

где  $C_{\text{пдк}}$  соответствует приоритетному виду водопользования для данного этапа достижения конечного значения ЦПКВ; в случае наличия нескольких этапов достижения ЦПКВ поочередно выбираются те значения ЦПКВ, которые достигаются на данном этапе;

б) для веществ двойного генезиса:

1) в каждом из створов наблюдений на участке по имеющимся результатам систематических гидрохимических наблюдений в соответствии с [2] выполняются расчет фоновых концентраций ( $C_{\text{ф},i}^j$ )  $j$ -го вещества в  $i$ -ом створе наблюдения на рассматриваемом ВХУ;

2) величину ЦПКВ  $j$ -го вещества на участке определяют по формуле

$$C_{\text{ЦПКВ}}^j = \max\left(C_{\text{ПДК}}^j, \min_{i=1, N}\{C_{\text{ф},i}^j\}\right), \quad (2)$$

где  $N$  – количество пунктов гидрохимических наблюдений на участке;

3) при наличии многолетних синхронных наблюдений по гидрохимическим и гидробиологическим показателям (не менее 7 лет) значения  $C_{\text{ЦПКВ}}^j$  рекомендуется откорректировать по установленным экологическим нормативам ( $C_{\text{Э}}^j$ ):

$$\text{если } C_{\text{ПДК}}^j \leq C_{\text{Э}}^j \leq C_{\text{ЦПКВ}}^j, \text{ то } C_{\text{ЦПКВ}}^j = C_{\text{Э}}^j. \quad (3)$$

При расчете  $C_{\text{ЦПКВ}}^j$  рассматриваются только вещества, среднегодовые или максимальные концентрации которых хотя бы в одном из створов наблюдений на ВХУ превышали ПДК.

Установление нормативного показателя по сезонному выносу (массопереносу) ЗВ  $C_{\text{ЦПКВВ}}^j$  на нижерасположенный участок рекомендуется выполнять следующим образом:

1) для последнего по течению реки створа систематических наблюдений на ВХУ для каждого из выделенных характерных сезонов в годовом цикле определяют средние концентрации ЗВ за последние характерные 2–5 лет с относительно устойчивым качеством воды по рассматриваемому ЗВ ( $C_{\text{ф сез}}^j$ );

$$2) \text{ если } C_{\text{ф сез}}^j < C_{\text{ЦПКВ}}^j, \text{ то } C_{\text{ЦПКВВ}}^j = C_{\text{ф сез}}^j, \quad (4)$$

где  $C_{\text{ЦПКВВ}}^j$  – ЦПКВ для расчета массопереноса ЗВ на нижележащий ВХУ;

а на стр. 12 – принятый ЦПКВ для расчета массопереноса через замыкающий створ  $j$ -го ЗВ, мг/дм<sup>3</sup> (г/м<sup>3</sup>)

$$3) \text{ если } C_{\text{ф сез}}^j \geq C_{\text{ЦПКВ}}^j, \text{ то } C_{\text{ЦПКВВ}}^j = C_{\text{ЦПКВ}}^j. \quad (5)$$

$C_{\text{ЦПКВВ}}^j$  рекомендуется определять не только для проблемных веществ, уже лимитирующих качество воды на участке, но и для других веществ систематически контролируемых в замыкающем створе ВХУ.

## Методический подход к установлению НДВ по привносу загрязняющих веществ

Методический подход к установлению НДВ по привносу ЗВ должен основываться на следующих принципах:

– расчет НДВ проводится на основе результатов анализа многолетних систематических наблюдений за качеством воды водного объекта;

– действующие и планируемые сбросы сточных вод не должны приводить к нарушению установленных НДВ (в т. ч. ЦПКВ) как по привносу ЗВ на ВХУ, так и по выносу (массопереносу) их на нижележащий ВХУ;

– существующая система мониторинга природных и сточных вод должна позволять контролировать эффективность мероприятий по достижению или соблюдению достигнутых НДВ.

В руководстве [1] для расчета НДВ по привносу ЗВ предложена следующая балансовая формула

$$\text{НДВ}_{\text{ХИМ}} = C_{\text{нр}} \cdot W_{\text{уч}} - \sum (C_{\text{нр}} \cdot W_{\text{ест}} + C_{\text{нвх}} \cdot W_{\text{вх}} + C_{\text{нобпр}} \cdot W_{\text{нобпр}}), \quad (6)$$

где  $W_{\text{уч}}$  – общий объем стока на ВХУ (млн м<sup>3</sup>), поступивший в замыкающий створ за определенный расчетный период, определяемый по формуле

$$W_{\text{уч}} = W_{\text{ест}} + W_{\text{супр}} + W_{\text{вх}} + W_{\text{нобпр}} = W_{\text{бпр}} + W_{\text{ндиф}} + W_{\text{супр}} + W_{\text{вх}} + W_{\text{нобпр}}, \quad (7)$$

$W_{\text{ест}}$  – объем местного стока в пределах расчетного ВХУ, млн.м<sup>3</sup>, рассчитываемый по формуле

$$W_{\text{ест}} = W_{\text{бпр}} + W_{\text{ндиф}}, \quad (8)$$

где  $W_{\text{бпр}}$  – объем боковой приточности с участков не подверженных антропогенному воздействию (за вычетом участков водосборной площади, трансформированных хозяйственной деятельностью с имеющимися диффузными источниками загрязнения антропогенного происхождения, как управляемыми, так и неуправляемыми), млн м<sup>3</sup>;

$W_{\text{ндиф}}$  – объем боковой приточности на участках с неуправляемыми диффузными источниками загрязнения, млн м<sup>3</sup>;

$W_{\text{супр}}$  – объем водоотведения, включая точечные и потенциально управляемые диффузные источники загрязнения, млн м<sup>3</sup>;

$W_{\text{вх}}$  – объем стока, поступающий с вышерасположенного ВХУ, млн м<sup>3</sup>;

$W_{\text{нобпр}}$  – объем стока, поступающий с притоками первого порядка, обособленными в самостоятельные расчетные участки со своими нормативами качества воды водного объекта, млн м<sup>3</sup>;

$C_{\text{нр}}$ ,  $C_{\text{нвх}}$ ,  $C_{\text{нобпр}}$  – нормативы качества воды водного объекта для соответствующих ВХУ, мг/л.

Как следует из балансовой формулы (6), в результате расчета по ней должна определяться допустимая масса вещества, поступающая суммарно со сточными водами действующих предприятий и потенциально управляемых диффузных источников ЗВ. Определение по данной формуле допустимого привноса вещества на ВХУ вызывает некоторые трудности по следующим причинам:

– если на участке отсутствуют сбросы сточных вод действующих предприятий и управляемых диффузных источников, то теоретически допустимый привнос ЗВ может оказаться равным нулю;

– объем естественной рассредоточенной боковой приточности в большинстве случаев для нормативного расчета точно не может быть определен;

– в формуле заложен принцип мгновенного полного перемешивания речных вод со сточными водами и водами притоков, что для установления НДС по привносу ЗВ для больших и средних рек может оказаться недостаточно корректным;

– в балансовых расчетах по участкам рек масса суммарного сброса ЗВ со сточными водами действующих предприятий для рек типа Дон, Волга составляет менее 1 %, в то время как средняя погрешность определения стока речных вод равна примерно 7 %;

– не исключена возможность получения по формуле (6) отрицательного результата (например, в случае, если установленные нормативы качества воды по рассматриваемому ЗВ в притоках превышают норматив в основной реке);

– данная формула не решает вопрос о допустимом поступлении ЗВ на ВХУ со сточными водами проектируемых предприятий;

– непонятно, как поступать с водным стоком и массой ЗВ, поступающих в реку с относительно непродолжительным линейным стоком с городских территорий в виде нестационарного сброса (этот водный сток с высоким содержанием ЗВ может не достигать замыкающего створа ВХУ в связи с процессами продольной дисперсии).

Для практических расчетов норматива НДС<sub>хим</sub>, касающегося действующих сбросов сточных вод, более приемлема приведенная в [1] формула

$$\text{НДС}_{\text{химупр}} = C_n \cdot W_{\text{супр}} \cdot \quad (9)$$

В связи с перечисленными замечаниями представляется более целесообразным в качестве расчетных НДС по привносу ЗВ на ВХУ использовать следующие показатели:

– допустимый суммарный привнос (сброс) ЗВ, лимитирующий качество воды на ВХУ, всеми действующими и проектируемыми сосредоточенными и рассредоточенными диффузными выпусками сточных вод;



– допустимый суммарный сброс ЗВ действующими (учтенными и ежегодно представляемыми в отчетной форме 2-ТП (водхоз) сосредоточенными выпусками сточных вод;

– допустимый вынос (массоперенос) ЗВ через замыкающий створ ВХУ.

В последнем случае определяется нормативный (и имеющий место сверхнормативный) массоперенос ЗВ с речным стоком на нижележащий ВХУ за расчетный период.

Для расчета НДС по привносу ЗВ через рассредоточенные (диффузные), а также действующие и проектируемые сосредоточенные выпуски сточных вод предлагается использовать формулу

$$\text{НДВ}_{\text{хим}} = C_{\text{цпкв}} \cdot \gamma \cdot W_{x-1}, \quad (10)$$

где  $\text{НДВ}_{\text{хим}}$  – допустимый общий привнос ЗВ через сосредоточенные и

рассредоточенные выпуски сточных вод, т;

$W_{x-1}$  – речной сток года 95 % обеспеченности во входном створе рассматриваемого ВХУ, млн  $\text{м}^3$  (при отсутствии необходимых данных по водному стоку во входном створе участка можно использовать водный сток в замыкающем створе за вычетом стока существенно загрязненных притоков первого порядка);

$C_{\text{цпкв}}$  – принятый для ВХУ целевой показатель качества воды по рассматриваемому ЗВ, мг/л;

$\gamma$  – принятый верхний предел доли речного стока, принимающего участие в разбавлении сточных вод с учетом водности реки.

Поскольку длина расчетных ВХУ, как правило, составляет значительно более 20 км и основные (крупные) источники ЗВ обычно расположены в начале ВХУ, то в соответствии с [3] можно принять для малых рек  $\gamma = 0,8-1,0$ ; средних  $\gamma = 0,6-0,8$ ; больших  $\gamma = 0,01-0,6$  (чем больше река, тем меньшее значение составляет  $\gamma$  в каждом классе рек). В связи с вышеизложенным параметр  $\gamma$  рекомендуется определять следующим образом

$$\gamma = 0,8 \quad \text{для рек с } Q_{95\%} \leq 25 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (11)$$

$$\gamma = 10 (Q_{95\%})^{-0,8} \quad \text{для рек с } Q_{95\%} > 25 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (12)$$

где  $Q_{95\%}$  – минимальный среднемесячный расход воды в реке года 95 % обеспеченности в начальном створе рассматриваемого ВХУ,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Целью введения коэффициента  $\gamma$  в расчет НДС было установление гарантированной доли речного расхода, участвующего в разбавлении сточных вод (наличие гарантированного практически полного смешения сточных вод с выделенной

долей расхода речных вод), поступающих на ВХУ длиной более 20 км независимо от их местоположения (находятся рядом выпуски сточных вод или отдаленно друг от друга). По данным ГОСТ 17.1.02–77 к малым рекам относятся реки с расходом 2,5–50,0 м<sup>3</sup>/с, к средним 25–500 м<sup>3</sup>/с, к большим >250–500 м<sup>3</sup>/с. В связи с довольно значительными интервалами расходов воды и соответствующих им морфометрических характеристик русла, относящихся к малым, средним и большим рекам, для расчетов гарантированного значения коэффициента  $\gamma$  для любого типа рек предложено использовать уравнение регрессии (12). Для малых и средних рек с малым расходом ( $\leq 25$  м<sup>3</sup>/с) можно использовать однозначный коэффициент  $\gamma = 0,8$ , гарантирующий долю расхода речной воды, участвующую в практически полном смешении сточных вод с речными на рассматриваемом ВХУ.

В случае поступления на ВХУ вод относительно чистых боковых притоков первого порядка, в устье которых установленные ЦПКВ не превышают ЦПКВ для основной реки), вместо формулы (10) предлагается использовать формулу

$$\text{НДВ}_{\text{ХИМ}} = C_{\text{ЦПКВ}} \cdot \gamma (W_{x-1} + \sum W_{\text{пр.}k}), \quad (13)$$

где  $W_{\text{пр.}k}$  – водный сток года 95 % обеспеченности  $k$ -го притока, млн м<sup>3</sup>.

При наличии данных по привносу ЗВ с неуправляемым относительно постоянным диффузным стоком (например, с подземными водами) параметр  $\text{НДВ}_{\text{ХИМ}}^j$  может быть рассчитан по формуле

$$(\text{НДВ}_{\text{ХИМ}}^j)^* = C_{\text{ЦПКВ}}^j \cdot \gamma \cdot W_{x-1} - \sum C_{\text{диф.ст.}m} \cdot W_{\text{диф.ст.}m}, \quad (14)$$

где  $(\text{НДВ}_{\text{ХИМ}}^j)^*$  – норматив общего допустимого привноса ЗВ через управляемые

сосредоточенные сбросы сточных вод (действующие и проектируемые на перспективу), мг/л;

$C_{\text{диф.ст.}m}$  – средняя концентрация рассматриваемого ЗВ в  $m$ -ом относительно постоянным диффузном неуправляемом источнике ЗВ, мг/дм<sup>3</sup>;

$W_{\text{диф.ст.}m}$  – объем годового сброса сточных вод через  $m$ -ый относительно постоянный диффузный неуправляемый источник ЗВ, млн м<sup>3</sup>.

Примечание. Систематические наблюдения за качеством вод в диффузных источниках ЗВ в настоящее время практически не ведутся. Единственным косвенным способом контроля за влиянием диффузных источников остаются наблюдения за выносом (массопереносом) ЗВ через замыкающие створы ВХУ. В связи с этим формулу (14) можно использовать в случае, когда будут организованы специальные систематические наблюдения за диффузным стоком с наиболее загрязненных

подземных водосборов рассматриваемых ВХУ. Периодический нестационарный ливневой сток ЗВ с территории населенных пунктов и загрязненных сельхозугодий должен рассчитываться и нормироваться отдельно в рамках установления НДС.

Расчет НДС по взвешенным веществам предлагается выполнять по формуле (10), в которой для рыбохозяйственных водных объектов первой категории и водных объектов, используемых для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения,  $C_{ЦПКВ} = C_{\phi} + 0,25$ ; для рыбохозяйственных водных объектов второй категории и объектов, используемых для рекреационного водопользования,  $C_{ЦПКВ} = C_{\phi} + 0,75$ . Условно фоновая концентрация  $C_{\phi}$  для ВХУ по взвешенным веществам в соответствии с [2] должна определяться в сезон года, когда наблюдаются наиболее низкие концентрации взвешенных веществ.

Для установления НДС по привносу ЗВ на ВХУ совокупностью контролируемых (действующих) сосредоточенных источников ЗВ ( $G_{ист}^j$ ) можно использовать формулу, аналогичную формуле (9)

$$[G_{ист}^j] = C_{ЦПКВ}^j \cdot \sum W_m, \quad (15)$$

где  $W_m$  – годовой водный сток  $m$ -го источника, млн м<sup>3</sup> (берется по данным,

представляемым по форме 2-ТП (водхоз) в заданном году);

$C_{ЦПКВ}^j$  – установленный ЦПКВ для рассматриваемого ЗВ, мг/дм<sup>3</sup> (г/м<sup>3</sup>).

Расчет фактического сверхдопустимого привноса ЗВ ( $\Delta НДС_{хим.упр}$ ) через действующие выпуски сточных вод в заданном году можно выполнить по формуле

$$\Delta НДС_{хим.упр} = (\sum C_{ст.i \text{ факт}} \cdot W_{ст.i \text{ факт}}) - C_{ЦПКВ} \cdot \sum W_{ст.i \text{ факт}}, \quad (16)$$

где  $(\sum C_{ст.i \text{ факт}} \cdot W_{ст.i \text{ факт}})$  – фактический сброс ЗВ со сточными водами за конкретный год.

При фактическом сверхдопустимом привносе ЗВ на ВХУ от совокупности контролируемых предприятий проводится контрольный анализ с целью идентификации предприятий, обуславливающих сверхдопустимый привнос по рассматриваемому ЗВ.

Фактический суммарный привнос ЗВ на ВХУ через сосредоточенные действующие выпуски сточных вод (в т. ч. без учета диффузного стока) должен быть ниже установленных значений НДС<sub>хим</sub><sup>j</sup> и  $G_{ист}^j$ .

Расчет НДС по допустимому выносу (массопереносу) ЗВ на нижележащий ВХУ рекомендуется выполнять по формуле

$$G_{н,сез} = C_{ЦПКВВ}^j \cdot W_{х,сез}, \quad (17)$$

где  $G_{н,сез}$  – допустимый вынос (массоперенос) ЗВ за рассматриваемый сезон через

замыкающий створ рассматриваемого ВХУ, т;

$C_{\text{ЦПКВВ}}^j$  – принятый ЦПКВ для расчета массопереноса через замыкающий створ  $j$ -го ЗВ, мг/дм<sup>3</sup> (г/м<sup>3</sup>).

$W_{x,\text{сез}}$  – водный сток в замыкающем створе ВХУ за рассматриваемый сезон года 95 % обеспеченности, млн м<sup>3</sup>.

Для расчета фактического выноса (массопереноса) ЗВ в заданном году ( $G_{\text{факт.сез}}$ ) следует использовать среднюю в сечении замыкающего створа среднесезонную концентрацию ЗВ  $C_{\text{факт.сез}}$ .

Для расчета фактического выноса (массопереноса) ЗВ ( $G_{\text{факт.сез}}$ ) используют наблюдаемую в соответствующий характерный сезон среднесезонную концентрацию ЗВ ( $C_{\text{факт.сез}}$ )

$$G_{\text{факт.сез}} = C_{\text{факт.сез}} \cdot W_{x,\text{сез}} \cdot \quad (18)$$

Сверхдопустимый вынос (массоперенос) за определенный расчетный период ( $\Delta G$ ) рекомендуется определять по формуле

$$\Delta G_{\text{сез}} = G_{\text{факт.сез}} - G_{\text{н,сез}} \cdot \quad (19)$$

Решая вопросы управления качеством вод, целесообразно стремиться к тому, чтобы сезонные характеристики выноса  $G_{\text{н,сез}}$ , установленные по веществам, по которым не отмечался сверхдопустимый массоперенос, в последующие годы не увеличивались. Годовой вынос (массоперенос) через замыкающий створ ВХУ вычисляется как сумма рассчитанных значений выноса по выделенным характерным сезонам.

Прямыми индикаторами при контроле за достижением ЦПКВ, установленных в рамках НДВ, могут служить:

- сохранение концентраций ЗВ в водном объекте на ВХУ на уровне значений, имевших место на момент начала разработки СКИОВО (стабилизация обстановки, недопущение ухудшения состояния водных объектов);
- снижение значений фактического сезонного и годового выноса (массопереноса) ЗВ через замыкающий створ ВХУ;
- снижение значений суммарного годового привноса ЗВ на ВХУ от всех действующих источников ЗВ;

– снижение регистрируемых концентраций ЗВ в максимально загрязненной струе в контрольных створах ниже сбросов сточных вод и замыкающем створе ВХУ.

Косвенным индикатором улучшения качества воды в пределах ВХУ является улучшение состояния водного объекта по совокупности гидрохимических и гидробиологических показателей (улучшение класса качества воды) на всем протяжении и, прежде всего, снижение уровня загрязненности воды в контрольных створах ниже основных источников ЗВ.

### **Пример использования предложенной методики установления НДВ по привносу загрязняющих веществ на водохозяйственный участок**

*Водный объект:* р. Дон от створа выше впадения р. Северский Донец до створа у х. Колузаево (186–30 км от устья, протяженность 156 км).

*Загрязняющее вещество:* медь.

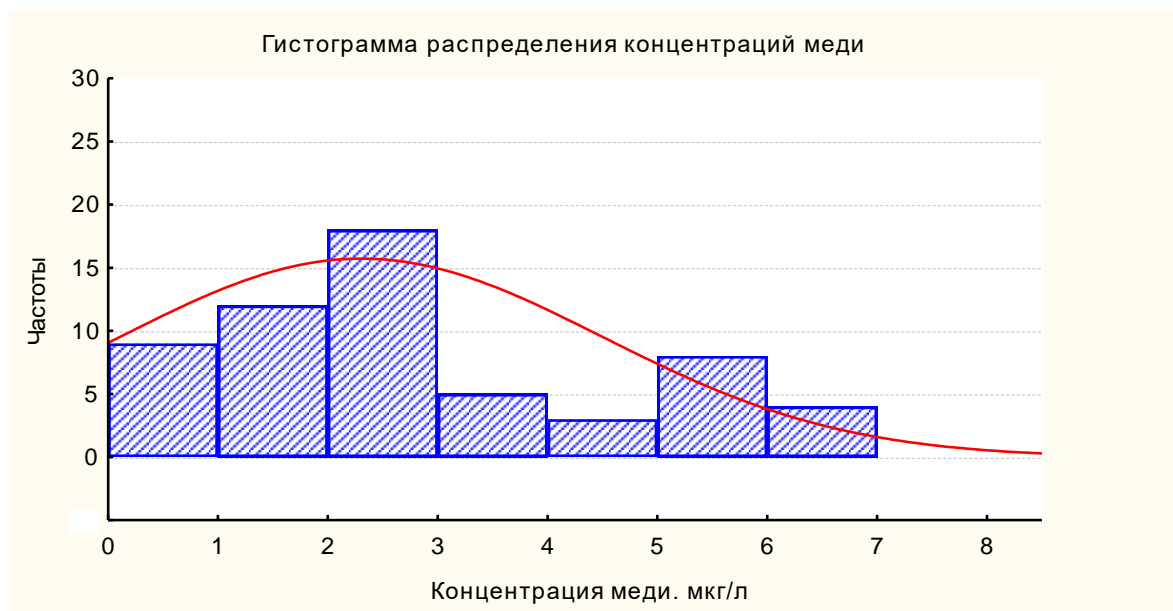
*Исходные данные:* минимальный среднемесячный расход воды года 95 % обеспеченности 434 м<sup>3</sup>/с; водный сток во входном створе участка 13687,4 млн м<sup>3</sup>; водный сток в замыкающем створе ВХУ в год 95 % обеспеченности: в весенний период (март–май) 9297 млн м<sup>3</sup>; теплый период года (июнь–октябрь) 2592 млн м<sup>3</sup>; холодный период года (ноябрь–февраль) 1897 млн м<sup>3</sup>; по данным 2-ТП (водхоз) за 2007 г. общий объем сбрасываемых сточных вод на ВХУ составил 117,828 млн м<sup>3</sup>, сброшенная масса вещества по меди 0,563 т; для расчетов НДВ имеются результаты гидрохимических наблюдений за 1991–2007 гг. и результаты гидробиологических наблюдений за 1997–2007 гг.

В результате предварительных расчетов для установления НДВ получена следующая информация.

На рассматриваемом ВХУ в шести створах систематических гидрохимических наблюдений наименьшее из рассчитанных в соответствии с [2] значение фоновой концентрации по меди составило 0,003 мг/л (пос. Багаевский, 0,5 км выше поселка).

По совокупности результатов многолетних наблюдений по гидробиологическим и гидрохимическим показателям на рассматриваемом участке нижнего Дона наиболее благополучным оказался речной участок г. Константиновск – г. Семикаракорск. Для установления ЭН на выделенном «эталонном» участке по распределению концентраций меди выделены наиболее часто встречающиеся невысокие концентрации на уровне 0–2 мкг/л (рисунок). Полагается, что при концентрациях, не превышающих

верхний предел модального интервала варьирования, состояние водной экосистемы будет благополучным. Руководствуясь таким принципом в качестве ЭН по меди для всего нижнего течения р. Дон ниже Цимлянского водохранилища была принята концентрация 0,002 мг/л.



**Рисунок.** График распределения наблюдаемых концентраций меди на участке р. Дон в районе г. Семикаракорска.

По формуле (12) рассчитаем параметр  $\gamma$ :

$$\gamma = 10 (Q_{95\%})^{-0,8} = 10 (434)^{-0,8} = 0,0776 \approx 0,08.$$

Для меди в соответствии с условием (3) при ПДК=0,001 мг/л, фоновой концентрации 0,003 мг/л и экологическим нормативом 0,002 мг/л ЦПКВ для всего рассматриваемого ВХУ составит 0,002 мг/л.

Для установления НДС по привносу ЗВ выполним следующие расчеты. Искомое общее значение НДС<sub>хим</sub> получим по формуле (10):

$$\text{НДС}_{\text{хим}} = C_{\text{ЦПКВ}} \cdot \gamma \cdot W_{x-1} = 0,002 \cdot 0,08 \cdot 13687,4 = 2,19 \text{ (т)}.$$

Нормативное значение по сбросу меди со сточными водами по контролируемым действующим предприятиям  $[G_{\text{ист}}^j]$  вычислим по формуле (15):

$$[G_{\text{ист}}^j] = C_{\text{ЦПКВ}}^j \cdot \sum W_m = 0,002 \cdot 117,828 = 0,236 \text{ (т)}.$$

По факту сброс меди в 2007 г. составил 0,563 т. Это не превышает установленный норматив НДС<sub>хим</sub>, но превышает норматив  $[G_{\text{ист}}^j]$  на 0,327 т. По

результатам анализа поступления ЗВ в р. Дон от предприятий и возможного их отрицательного воздействия на качество речной воды было рекомендовано повышение степени очистки сточных вод по меди до уровня ЦПКВ на предприятии ОАО «ПО «Водоканал» г. Ростова-на-Дону (содержание меди в сточных водах предприятия в 2007 г. превысило ЦПКВ на 0,004 мг/л).

По проведенным расчетам среднесезонные концентрации меди составили для весеннего, теплого и холодного периодов 0,003 мг/л. Поскольку все среднесезонные концентрации меди выше установленного ЦПКВ для ВХУ, за ЦПКВВ (целевой показатель качества воды, используемый для расчета допустимого выноса ЗВ) принимаем ЦПКВ=0,002 мг/л. Расчет норматива по допустимому выносу (массопереносу) ЗВ [ $G_{н,сез}$ ] на нижележащий ВХУ по характерным сезонам выполним по формуле (17):

$$\text{в весенний период } [G_{н,сез}] = C_{ЦПКВВ}^j \cdot W_{х,сез} = 0,002 \cdot 9297 = 18,594 \text{ (т);}$$

$$\text{в теплый период года } [G_{н,сез}] = 0,002 \cdot 2592 = 5,184 \text{ (т);}$$

$$\text{в холодный период года } [G_{н,сез}] = 0,002 \cdot 1897 = 3,794 \text{ (т).}$$

На основе формул (18) и (19) с учетом фактического массопереноса меди в 2007 г. рассчитаем сверхнормативный массоперенос через замыкающий створ рассматриваемого ВХУ:

$$\text{в весенний период } \Delta G_{сез} = G_{факт.сез} - G_{н,сез} = 0,003 \cdot 9297 - 18,594 = 9,297 \text{ (т);}$$

$$\text{в теплый период года } \Delta G_{сез} = 0,003 \cdot 2592 - 5,184 = 2,592 \text{ (т);}$$

$$\text{в холодный период года } \Delta G_{сез} = 0,003 \cdot 1897 - 3,794 = 1,897 \text{ (т).}$$

### Заключение

Представленный метод расчета ЦПКВ и НДВ позволяет дифференцировано устанавливать нормативы вредного воздействия по привносу ЗВ на водохозяйственный участок как в части общего допустимого привноса ЗВ, так и со сточными водами действующих контролируемых источников ЗВ. Добавление расчета нормативного выноса (массопереноса) ЗВ на нижележащий водохозяйственный участок водного объекта существенно расширяет перечень обязательных представляемых материалов в рамках установления НДВ по привносу ЗВ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты. Утв. приказом МПР России от 12.12.2007 № 328.
2. РД 52.24.622-2001 Методические указания. Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков. СПб.: Гидрометеиздат, 2001. 61 с.
3. Временные методические рекомендации по прогнозированию химического состава поверхностных вод с учетом перераспределения стока. Л.: Гидрометеиздат. 1988. 53 с.

### **Сведения об авторах:**

Клименко Олег Александрович, к. х. н., ведущий научный сотрудник, Северо-Кавказский филиал ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (СевКавНИИВХ), 346428, г. Новочеркасск Ростовской области, ул. Пушкинская, 111, корпус 2; e-mail: OAKlim@yandex.ru

Косолапов Алексей Евгеньевич, д. т. н., профессор, директор, Северо-Кавказский филиал ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (СевКавНИИВХ), 346428, г. Новочеркасск Ростовской области, ул. Пушкинская, 111, корпус 2; e-mail: akosol@mail.ru