

## ГРАДАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ПО УРОВНЮ СЛОЖНОСТИ

Одной из самых острых проблем развитых стран мира является загрязнение природной воды. Ухудшение экологического состояния водных объектов (ВО) ведет не только к их деградации, но и к проблемам их водохозяйственного использования. Происходит это на фоне сокращенной сети наблюдений в системе экологического мониторинга и ослабления контроля влияния на ВО антропогенных и техногенных факторов.

Необходимость улучшения состояния ВО диктуется такими правовыми актами как Водный кодекс Украины, Закон об охране окружающей среды, Правила охраны поверхностных вод и др. При этом ВО – это сложная экосистема, и его состояние определяется состоянием различных составляющих данной системы – собственно воды, донными отложениями, высшей водной растительностью, водной фауной и т.д. Качество воды при этом является доминирующим фактором в общей оценке состояния ВО.

Оценка состояния ВО является одной из главных подзадач в системе управления природопользованием. Данная оценка основывается на показателях качества, характеризующих физические, химические и бактериологические свойства воды. От научной обоснованности показателей в конечном счете зависит эффективность решения водоохранных задач. Показатели качества воды могут быть различной степени сложности. Наиболее простыми являются показатели, по которым судят о какой-либо определенной характеристике воды. При исследовании химического состава воды это концентрации нормированных веществ.

К более сложным показателям качества относятся интегральные показатели, такие, как, например, биологическое потребление кислорода (БПК) и химическое потребление кислорода (ХПК), которые характеризуют содержание в воде различных примесей, идентично влияющих на ее свойства. БПК – это количество растворенного кислорода, потраченного на биохимическое окисления веществ, которые содержатся в воде, в течении определенного промежутка времени и при определенных условиях. ХПК – это количество растворенного кислорода, потраченного на химическое окисления органических и неорганических веществ, которые содержатся в воде, под действием сильного окислителя. Количество растворенной в воде органики является интегральным показателем состояния воды и водных экосистем в целом, так как складывается из органических веществ, возникших в процессе жизнедеятельности организмов на всех трофических уровнях, а также внесенных с бассейна водосбора в результате природных и антропогенных процессов. При характеристике качества воды показатели ХПК и БПК – наиболее важные, поскольку они дают специфическую экологическую информацию о необходимых затратах кислорода на утилизацию загрязняющих веществ, поступающих в природную водную среду ВО. Чем больше показатели этих затрат (потреблений кислорода, поглощений кислорода), тем выше загрязненность воды. То есть, чем больше загрязненность, тем больше потребуется кислорода для её ликвидации.

Другим примером сложных показателей качества являются комплексные и интегральные показатели. (Последние – в пространственном понимании слова «интегральный» в отличие от интегральных показателей БПК и ХПК.)

Комплексные показатели учитывают одновременное присутствие в воде различных загрязняющих веществ. Одним из примеров является показатель химического загрязнения ПХЗ–10, рассчитываемый по формуле:

$$P = \sum_i^{10} \frac{C_i}{ПДК_i}, \quad (1)$$

где

P – показатель ПХЗ–10;

$C_i$  – концентрация в воде  $i$ -го вещества;

ПДК $_i$  – предельно допустимая концентрация в воде  $i$ -го вещества.

При расчете ПХЗ–10 учитываются десять веществ, среди которых БПК, взвешенные вещества, вещества азотной группы, а также наиболее характерные для рассматриваемого водного объекта вещества.

Похожий комплексный показатель качества воды используется в задачах нормирования водоотведения. В этом случае учитываются лимитирующие признаки вредности (ЛПВ) веществ – наиболее вероятное их неблагоприятное воздействие. Все загрязняющие вещества разбиваются на группы в соответствии с ЛПВ, и для каждой группы рассчитывается сумма приведенных к ПДК концентраций. При этом должно соблюдаться условие:

$$\sum \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1, \quad (2)$$

Одним из примеров интегральных показателей является коэффициент загрязненности (КЗ), который разработан во ВНИИВО в 1982 году, и который рассчитывается по формулам:

$$I = \frac{1}{J \cdot K} \sum_i^K \left( \sum_j^J \frac{1}{V_{ij}} \sum_v^{V_{ij}} P_{ijv} \right), \quad (3)$$

$$p_{ijv} = \begin{cases} C_{ijv} / ПДК_i, & \text{если } C_{ijv} > ПДК_i, \\ 1, & \text{если } C_{ijv} \leq ПДК_i, \end{cases} \quad (4)$$

где

- К – количество показателей загрязнения;
- i, j, v – индексы соответственно вещества, пункта контроля и измерения;
- J – количество пунктов контроля;
- V<sub>i</sub> – количество измерений i-го параметра;
- C<sub>ijv</sub> – замеренная концентрация вещества;

Проблема использования интегральных показателей состоит в отсутствии ранжирования пунктов контроля (ПК) по степени значимости, так как требования к качеству воды не могут быть едиными на всем протяжении ВО и должны зависеть от характера водопользования.

С учетом градации ПК интегральный показатель может быть записан следующим образом:

$$I = \sum_j^J w_j \cdot u_j, \quad (5)$$

где

- w<sub>j</sub> – весовой коэффициент j-го ПК;
- u<sub>j</sub> – показатель качества воды в j-м ПК;
- J – количество пунктов контроля.

Действующее на сегодняшний день водоохранное законодательство не предусматривает ранжирования ПК по степени их важности. Поэтому для установления весовых коэффициентов можно воспользоваться экспертным заключением. Результатом экспертизы должны стать весовые коэффициенты, характеризующие важность каждого ПК. Для этого назначается группа специалистов–экспертов, в задачу которых входит назначение количественных показателей (весовых коэффициентов) значимости каждого ПК.

Результат экспертизы может считаться достаточно надежным только при условии хорошей согласованности суждений отдельных специалистов–экспертов. Согласованность экспертных суждений может быть оценена статистическим методом с заданным уровнем надежности. В случае, если суждение экспертов оказывается несогласованным, задача назначения весовых коэффициентов повторно ставится перед экспертами.

Таким образом, является актуальным более широкое использование сложных показателей качества воды ВО, в частности, в задачах нормирования водоотведения.