

УДК 501/504 (282.255.51)

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПО  
ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ИЛЕ**

Доктор техн. наук

М.Ж. Бурлибаев

Канд. геогр. наук

Э.А. Турсунов

Ж.К. Турениязова

*Приведено краткое описание трех методик, утвержденных Министерством охраны окружающей среды Республики Казахстан, используя которые, на примере р. Иле, проведен сравнительный анализ качества воды. Даны рекомендации по использованию методики КИЗВ в системе «Казгидромета».*

Методы определения качества поверхностных вод должны основываться на синтезе гидрологических, гидрохимических и гидробиологических подходов, так как только в этом случае получается действительно интегральная оценка, удовлетворяющая требованиям различных водопотребителей и водопользователей, и получается целостная картина состояния отдельных водных экосистем.

В настоящее время для проведения комплексной оценки загрязненности поверхностных вод рекомендованы методические указания [2], разработанные Гидрохимическим институтом Росгидромета (ГХИ), и введенные в действие с 1988 г. Согласно этим «рекомендациям» при анализе и выявлении тенденции изменения загрязненности поверхностных вод используется индекс загрязненности воды (ИЗВ). При этом количество анализируемых загрязняющих веществ ограничивается для поверхностных вод 6-ю, а для морских – 4-я ингредиентами, имеющими наибольшие значения независимо от того, превышают данные ингредиенты собственные ПДК или нет. В состав этих лимитируемых ингредиентов включены показатели растворенного кислорода и биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>). Данные по пестицидам в расчет не принимаются. Но, если содержание пестицидов превышает 0,1 мкг/дм<sup>3</sup>, они включаются в расчет ИЗВ. Как результат, вычисляемые ИЗВ не совсем ориентированы на определение загрязненности водных объектов и дают возможность использовать для расчетов ингредиенты, не превышающие свои ПДК.

Кислородный режим водных объектов очень динамичный процесс как во времени, так и в пространстве. Кислород не является прямым загрязнителем. В зависимости от совокупности различных факторов может иметь место, как недосыщение, так и перенасыщение воды кислородом. Он попадает в поверхностные воды в основном из воздуха и этот процесс связан со скоростью течения, турбулентностью и ветровым режимом. С повышением температуры вода теряет кислород и наоборот. Поэтому ИЗВ по кислороду не должны анализироваться вместе с остальными ИЗВ, так как они являются показателями разноплановых задач и решений. В итоге всякие результаты с использованием ПДК для БПК<sub>5</sub> не дают объективной оценки загрязненности водного объекта.

По данным мониторинга загрязнения поверхностных вод на примере р. Иле за 2006 год определены уровень загрязненности воды и характеристика качества воды (табл. 1). Как показали результаты расчетов индекса загрязненности воды, по длине р. Иле наибольшую долю загрязнения составляет трансграничный створ пр. Добын, где химический состав воды формируется в пределах Китайской Народной Республики (КНР). Здесь качество вод характеризуется как «грязная» – 5 класс с ИЗВ – 4,21, при повышенном содержании азота нитритного (1,1 ПДК), железа общего (6 ПДК), меди (15,5 ПДК) и нефтепродуктов (1,5 ПДК). Ниже по течению качество воды значительно улучшилось до умеренного уровня загрязнения (3 класс), ИЗВ колеблется в пределах 1,44...2,44. Наряду с улучшением качества воды перечень загрязняющих веществ сократился, здесь превышение ПДК отмечаются только по содержанию меди в пределах 4,6...9,4 ПДК.

Таблица 1

Состояние качества воды р. Иле по гидрохимическим показателям за 2006 г.

Река, гидрохимический створ	ИЗВ	Характеристика качества воды
р. Иле – пр. Добын, в створе гидропоста	4,21	5 класс, грязная
р. Иле – 164 км выше Капшагайской ГЭС, 2,5 км ниже гидропоста	1,44	3 класс, умеренно загрязненная
р. Иле – ур. Капшагай, 26 км ниже ГЭС	2,14	3 класс, умеренно загрязненная
р. Иле – с. Ушжарма, в створе гидропоста	1,54	3 класс, умеренно загрязненная
р. Иле – аул Жидели, 0,5 км ниже аула	2,13	3 класс, умеренно загрязненная

Согласно методическим указаниям [1, 3], разработанным под руководством М.Ж. Бурлибаева в 2003 и 2006 гг., перечень ингредиентов, по которым ведутся гидрохимические анализы, рекомендовано разделить на следующие условные группы:

- главные ионы (Ca, Mg, (Na + K), SO<sub>4</sub>, Cl);
- биогенные элементы (NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, P<sub>общ</sub>, фосфаты и др);
- тяжелые металлы (Cu, Zn, Pb, Cd, Cr<sup>3</sup>, Cr<sup>6</sup>, Mn, Hg, Hg<sup>2</sup>, Ni, Sn, Bi, Mo, Fe<sup>2</sup>, Fe<sup>3</sup>);
- ядовитые вещества (CN, SCN, F, H<sub>2</sub>S, As);
- органические вещества (нефтепродукты, смолы, углеводы, жиры, фенолы, СПАВ и др.);
- хлорорганические пестициды (ДДТ, ДДД, ДДЭ, ГХЦГ, севин, ялан, дикофол, гексахлорбензол и др.).

Вычисление комплексного индекса загрязненности вод (КИЗВ) ведется по каждой группе в отдельности, с включением в обязательном порядке в расчетные ряды всех ингредиентов, превышающих собственные ПДК, обнаруженных в водном объекте путем гидрохимического анализа.

$$КИЗВ_j = \frac{\sum C_i}{\frac{ПДК_i}{n}}, \quad (1)$$

где  $КИЗВ_j$  – комплексный индекс загрязненности воды  $j$ -ой группы;  $C_i$  –  $i$ -ая концентрация ингредиента из  $j$ -ой группы, мг/дм<sup>3</sup>;  $ПДК_i$  –  $i$ -ая предельно допустимая концентрация, соответствующая  $C_i$ , мг/дм<sup>3</sup>;  $n$  – количество ингредиентов из  $j$ -ой группы, участвующих в определении КИЗВ.

Как видно из такого определения, оценка качества поверхностных вод действительно становится комплексной. Общий КИЗВ для отдельных условных групп может быть определен с помощью всех ингредиентов, входящих в эту группу, независимо от превышения или не превышения своих ПДК. Также не лишено смысла определение группового КИЗВ по ингредиентам, превышающим свои ПДК. При такой постановке вопроса получаемые КИЗВ приводят к двойному результату, то есть если в первом случае КИЗВ является средневзвешенным и нивелированным показателем загрязненности, то во втором случае КИЗВ будет действительным показателем загрязненности, учитывающим фактическое загрязнение.

Сравнительный анализ качества воды р. Иле по КИЗВ показал, что воды реки в основном относятся к высокому уровню загрязнения (табл. 2). Если в трансграничном створе пр. Добын качество воды характеризуется высоким уровнем загрязнения с показателем КИЗВ – 4,38, то к створу 164 км выше Капшагайской ГЭС уровень загрязненности значительно понизился за счет хорошей самоочищающей способности реки. Ниже по течению качество воды ухудшилось и характеризуется высоким уровнем загрязнения, где КИЗВ варьирует в пределах 4,58...8,73. Следует отме-

тить, что высокий уровень загрязненности воды в низовье реки отмечается за счет повышенного содержания в воде ионов меди, где концентрация его достигает 8 ПДК.

Таблица 2

Степень загрязнения р Иле за 2006 год

Река, гидрохимический створ	КИЗВ	Степень загрязнения
р. Иле – пр. Добын, в створе гидропоста	4,38	Высокий уровень загрязнения
р. Иле – 164 км выше Капшагайской ГЭС, 2,5 км ниже гидропоста	2,73	Умеренно загрязненная
р. Иле – ур. Капшагай, 26 км ниже ГЭС	4,58	Высокий уровень загрязнения
р. Иле – с. Ушжарма, в створе гидропоста	6,85	Высокий уровень загрязнения
р. Иле – аул Жидели, 0,5 км ниже аула	8,73	Высокий уровень загрязнения

В 2006 году вышел сборник нормативно-методических документов по разработке нормативов предельно допустимых вредных воздействий (ПДВВ) на поверхностные водные объекты [4]. Данные методические указания определяют общие требования к процедуре разработки и утверждения нормативов ПДВВ.

ПДВВ – называется хозяйственная или иная деятельность на водном объекте, при которой сохраняется естественная структура и нормальное функционирование экосистемы и не причиняется вред здоровью населения.

В качестве нормативов ПДВВ приняты два показателя:

- масса поступления химических веществ в водный объект ( $M_{\text{ПДВВ}}$ ) (т/год);
- объем изымаемого водного ресурса из водного объекта ( $W_{\text{ПДВВ}}$ ) (км<sup>3</sup>/год);

Основным показателем установления нормативов ПДВВ является комплексный показатель антропогенной нагрузки (КПАН). Показатель КПАН устанавливается расчетным путем на основе формализованных показателей загрязненности поверхностных вод и степени использования речного стока по нижеприведенной формуле:

$$КПАН = K_{\text{загр}} + K_{\text{исп}}, \quad (2)$$

где  $K_{\text{загр}}$  – индекс загрязненности вод по химическим и токсикологическим показателям;  $K_{\text{исп}}$  – индекс использования речного стока, безразмерный.

По значению КПАН оценивается сформировавшееся состояние водного объекта в целом или его участка.

Нормативы ПДВВ установлены на р. Иле по состоянию на 2006 год в створах 164 км выше Капшагайской ГЭС, ур. Капшагай и с. Ушжарма. Согласно схеме водопользования р. Иле водозаборы и сбросы сточных вод осу-

ществлены в 2006 году в пределах указанных гидрохимических створов. Для расчета КПАН были включены показатели 26 гидрохимических ингредиентов. В качестве нормативных концентраций загрязняющих веществ приняты ПДК рыбохозяйственного водопользования.

Результаты выполненных расчетов ПДВВ сведены в таблице 3, которые позволяют заключить, что экологическое состояние р. Иле, по данным 2006 г., в целом оценивается как «загрязненное». По длине реки качество воды в верхнем течении, то есть в створах пр. Добын и 164 км выше Капшагайской ГЭС относится к классу «загрязненная», КПАН ниже по течению постепенно возрастает от 2,82 до 2,85. Повышенное загрязнение р. Иле на данном участке связано с поступлением сточных вод в реку со стороны КНР, а также в створе 164 км выше ГЭС сбросом возвратных вод. При «загрязненном» экологическом состоянии река может принимать до 142364 т/год загрязняющих веществ, таких как хлориды, фосфаты, кобальт, кадмий и мышьяк. Ниже по течению, к створу ур. Капшагай качество воды значительно улучшилось, КПАН уменьшается до 1,17 и характеризуется «хорошим» экологическим состоянием. Хотя в реку осуществлен сброс сточных вод Сорбулакского накопителя, из-за хорошей ассимилирующей способности реки допускается отведение химических веществ в размере 199753 т/год. В нижнем течении р. Иле антропогенная нагрузка постепенно возрастает в связи с поступлением возвратных вод с Акдалинского массива. В створе с. Ушжарма экологическое состояние реки относится к классу «неудовлетворительное», значение КПАН составляет 1,93. Здесь речной сток способен принимать хлоридов, фосфатов и тяжелых металлов в объеме 98818 т/год. Качество воды к створу аул Жидели ухудшилось до уровня «загрязненная» при КПАН 2,54. Антропогенная нагрузка на реку достигла экстремального уровня, поэтому необходимо принимать меры по ее снижению.

Выполненный расчет по определению ПДВВ показал, что нормативно допустимый объем изъятия водных ресурсов из р. Иле при сформировавшемся экологическом состоянии в 2006 г. не должен превышать 3,37 км<sup>3</sup>/год. Фактический же объем изъятия воды в 2006 г. (по официальной статотчетности) составил всего 0,731 км<sup>3</sup>/год, т.е. в 4,6 раза меньше возможного. Таким образом, изъятие водных ресурсов из р. Иле осуществляется в пределах нормативно установленного объема. Подтверждением этого являются низкие значения коэффициентов использования водных ресурсов из р. Иле, которые составили в среднем 0,039.

Следует отметить, что данная методика по принципу своего подхода к качеству воды существенно отличается от методов с использованием ИЗВ и КИЗВ.

Таблица 3

Экологическое состояние р. Иле за 2006 год ( $W_{\text{пдвв}} = 3,37 \text{ км}^3/\text{год}$ )

Река, гидрохимический створ	КПАН	$M_{\text{пдвв}}$ , т/год	Класс экологического состояния	Характеристика антропогенного воздействия на водный объект
р. Иле – пр. Добын, в створе гидропоста	2,82		Загрязненное	Антропогенная нагрузка на реку достигла экстремального уровня – <b>необходимы мероприятия по ее снижению</b>
р. Иле – 164 км выше Капшагайской ГЭС, 2,5 км ниже гидропоста	2,85	1. Хлориды – 105141 2. Фосфаты – 1537 3. Кобальт – 5492 4. Кадмий – 2743 5. Мышьяк – 27451 $\Sigma = 142364$	Загрязненное	Антропогенная нагрузка на реку достигла экстремального уровня – <b>необходимы мероприятия по ее снижению</b>
р. Иле – ур. Капшагай, 26 км ниже ГЭС	1,17	1. Хлориды – 97739 2. Фосфаты – 1346 3. Медь – 373 4. Цинк – 5002 5. Никель – 4972 6. Хром общ. – 2482 7. Свинец – 50205 8. Кобальт – 5027 9. Кадмий – 2512 10. Марганец – 4983 11. Мышьяк – 25112 $\Sigma = 199753$	Хорошее	Антропогенная нагрузка на реку осуществляется в нормативно допустимых пределах – <b>сохраняется хорошее состояние экосистемы и условий использования водного объекта</b>

Река, гидрохимический створ	КПАН	$M_{\text{пдвв}}$ , т/год	Класс экологического состояния	Характеристика антропогенного воздействия на водный объект
р. Иле – с. Ушжарма, в створе гидропоста	1,93	1. Хлориды – 46461 2. Фосфаты – 655 3. Медь – 192 4. Цинк – 2420 5. Никель – 2410 6. Хром общ. – 1211 7. Свинец – 24256 8. Кобальт – 2432 9. Кадмий – 1215 10. Марганец – 2412 11. Мышьяк – 12154 $\Sigma = 98818$	Неудовлетворительное	Антропогенная нагрузка на реку достигает значительных уровней, <b>нарушена экосистема, что ограничивает условия использования водного объекта по частным показателям</b>
р. Иле – аул Жидели, 0,5 км ниже аула	2,54		Загрязненное	Антропогенная нагрузка на реку достигла экстремального уровня – <b>необходимы мероприятия по ее снижению</b>

Методика ПДВВ учитывает и количественные показатели водности реки, а также фоновое загрязнение водных объектов. Однако при всех несомненных достоинствах этой методики, её фактическое внедрение требует существенного повышения уровня квалификации инженерно-технических работников, проведения специальных обучающих курсов, что с учетом сегодняшних реалий относит её фактическое применение к ближайшей, но все-таки перспективе.

Таким образом, оценка качества воды бассейна р. Иле в настоящее время наиболее объективна по КИЗВ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж. и др. Комплексная оценка качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – Алматы.: Изд-во «Ғылым», 2007. – 96 с.
2. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. – М: Госкомгидромет, 1988. – 12 с.
3. Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию / Под ред. М.Ж. Бурлибаева. – Астана.: Изд-во «Кағанат», 2003. – 79 с.
4. Сборник нормативно-методических документов по разработке предельно допустимых вредных воздействий на поверхностные водные объекты / Под ред. М.Ж. Бурлибаева. – Астана – Алматы: Изд-во «Кағанат», 2007. – 76 с.

Казахстанское Агентство Прикладной Экологии (КАПЭ), г. Алматы  
РГП «Казгидромет» МООС РК, г. Алматы

#### **ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ МЫСАЛЫНДА ЖЕР БЕТІ СУЛАРЫНЫҢ САПАСЫН ГИДРОХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕР БОЙЫНША БАҒАЛАУ**

Техн. ғылымд. докторы	М.Ж. Бурлібаев
Геогр. ғылымд. канд.	Э.А. Тұрсынов
	Ж.Қ. Турениязова

*Қазақстан Республикасы қоршаған ортаны қорғау  
Министрлігімен бекітілген үш әдістемелік нұсқауға сипаттама  
беріле отырып, Іле өзенінің сапасына салыстырмалы түрде талдау  
жасалды, сонымен қатар оны «Казгидромет» жүйесіне енгізудің  
ұсыныстары берілді.*