

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ КАРЬЕРНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Оболдина Г.А., Попов А.Н.

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Екатеринбург, Россия
elizgalina@mail.ru

Ключевые слова: регулирование водопользования, нормативы допустимых сбросов, нормативы допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты, инструментарий оценки водохозяйственной и водоохранной деятельности.

В современных условиях происходит постоянный рост антропогенной нагрузки на природные экосистемы, что приводит к относительно быстрым изменениям структуры последних. Фиксирование экологического регресса – сложнейшая задача.

Объективный инструментарий полноценной оценки негативного воздействия текущей деятельности на природные экосистемы в российской природоохранной практике отсутствует и не существует ни одной методики оценки экологической безопасности водных объектов, которая могла быть использована в качестве основы принятия адекватных водохозяйственных управленческих решений.

Разработана комплексная оценка ситуаций изменения экологического состояния воды водных объектов под воздействием антропогенной нагрузки. Показано, что по экологическим показателям хозяйственная деятельность горно-обогатительного производства ОАО «ММК» не оказывает негативного воздействия на р. Урал по отношению к фоновому створу, расположенному в нижнем бьефе Магнитогорского водохранилища.

ASSESSMENT OF THE QUARRY WASTE WATER ANTHROPOGENIC LOAD

Oboldina G.A., Popov A.N.

RosNIIVKh, Ekaterinburg, Russia
elizgalina@mail.ru

Key words: water use regulation, permissible discharges norms, norms of permissible anthropogenic load on water bodies, toolbox for assessment of water/economic and water/protective activities.

Nowadays the anthropogenic load upon natural ecosystems continuously grows. The process causes relatively prompt changes of these ecosystem structures. Environmental regress arrest is the most difficult task.

A toolbox for objective assessment of the current activities negative impact on natural ecosystems is not available in the Russian nature/protective practice and there is not a single method of water bodies' environmental safety assessment as a basis for adequate water-related managerial decisions. A method of integrated assessment of the water bodies' water status changing under anthropogenic load has been developed.

It has been shown that economic activities of ОАО «ММК» mining plant activities does not impair the Ural River status in terms of environmental indicators in respect to background Magnitogorsk reservoir downstream.

Оценка качества воды водных объектов общего пользования в РФ выполняется по РД 52.24.643-2002 [1] путем сравнения с рыбохозяйственными нормативами качества воды, едиными для всей территории России, без адекватного учета региональных особенностей, без учёта принципов аддитивности и антагонизма, влияния солевого состава, жесткости, токсичности продуктов трансформации.

Наиболее объективным показателем антропогенного воздействия на водный объект является реакция его экосистемы, устойчивое функционирование которой происходит в некотором тренде условий (интервале концентраций, температур и пр.). «Единые критерии качества вод» представлены в унифицированной системе классификации, оценивающей степень экологического благополучия водных объектов [2], имеют международный статус, наименьшую степень субъективизма и могут быть использованы для разработки комплексных критериев оценки антропогенного регресса.

Сравнение двух систем оценки состояния водных объектов [1, 2] показало, что природная вода, отнесенная к I–II классу качества с экологических позиций [2], при оценке, выполненной по [1] относительно ПДК_{рх}, является водой III класса качества. При этом водных объектов I и II классов качества по [1] вообще не выявляется [3]. Очевидно, что классы загрязненности водных объектов и классы качества воды с экологических позиций – это разные категории.

Для достоверной оценки состояния водных объектов за рубежом упор делается на выявление типов воздействия, которые выражаются интегральными показателями качества воды (ХПК, азот общий, фосфор общий, токсичность и др.), обеспечивающими комплексную оценку динамики изменения их экологического состояния.

Ориентация на комплексные показатели соответствует требованиям технологического нормирования. Регулирование водопользования ориентируется не на индивидуальные компоненты, участвующие в технологическом процессе, а на их комбинацию, отражаемую определенными типами негативного воздействия (закисление, токсичность, эвтрофирование, засоление и др.), которые характеризуются и количественно измеряются индивидуальными маркерными показателями. Данный подход обеспечивает объективную возможность экологического ранжирования качества природных водных объектов.

Разработанный в РосНИИВХ инструментальный технический регламент регулирования водопользования по комплексному нормированию негативных воздействий с учетом оценки состояния вод (как природных, так и сточных) на основе использования технологических показателей представлен в стандарте ГОСТ Р 57075-2016 «Методология и критерии идентификации наилучших доступных технологий водохозяйственной деятельности» [4]. Данный инструментальный регламент рекомендован к использованию для следующих наиболее важных процедур:

- обоснование соответствия технологий качеству НДТ (по водному фактору) для объектов хозяйственной деятельности, оказывающих значительное негативное воздействие на объекты окружающей среды;
- обоснование допустимых негативных воздействий по технологическим показателям (по водному фактору) при выдаче комплексных экологических разрешений;
- обоснование необходимого сокращения негативного воздействия хозяйственной деятельности с целью предотвращения истощения и деградации состояния водных объектов;
- получение объективных данных при проведении экологического аудита и др.

В соответствии с п. 5.1.2 ГОСТ Р 57075-2016 [4] используются следующие комплексные критерии качества воды и технологий:

- ПАН (усл. м³/м³) и др.;
- класс качества воды водного объекта с экологических позиций, находящийся в коррелируемой связи с ПАН и другими показателями качества водной среды.

С целью минимизации затрат общества документом ГОСТ Р 57075-2016 [4] предлагается «волевое» использование в качестве целевых показателей – экологических показателей определенного класса качества воды в соответствии с классификацией [3],

выполненной с экологических позиций [2]. Класс качества вод, при этом, используется в качестве интегрального комплексного показателя. Отнесение к классу качества воды с экологических позиций может быть сделано на основе нескольких оперативно определяемых показателей. В качестве базовой шкалы отсчета приняты показатели качества воды II класса.

Данные предложения не противоречат ст. 29 ФЗ № 7 «Об охране окружающей среды» о целесообразности использования накопленного международного опыта.

Интегральный показатель антропогенной нагрузки ПАН_i, усл. м³/м³, по конкретному типу негативного воздействия рассчитывают по формуле

$$\text{ПАН}_i = \frac{C_i}{\text{ЦП}_{i \text{ Э-НДТ}}} - 1, \quad (1)$$

где ЦП_{i Э-НДТ} – целевое значение концентрации показателя (аналита-маркера) по *i*-му типу воздействия, мг/усл. дм³, достижимое при использовании НДТ и удовлетворяющее условиям предотвращения деградации качества воды поверхностного водного объекта в соответствии с данными [4];

C_i – концентрация аналита-маркера в сточных или загрязненных природных водах, отражающего определенный тип негативного воздействия, мг/дм³.

В соответствии с п. 5.2.3 ГОСТ Р57075-2016 [4] общий показатель антропогенной нагрузки ПАН сточных или загрязненных природных вод, усл. м³/м³, по установленным типам воздействий, оказываемых технологией или комплексом технологий, определяется суммированием ПАН_i

$$\text{ПАН} = \sum_{i=1}^n \text{ПАН}_i, \quad (2)$$

где ПАН_i – ПАН *i*-го типа воздействия, усл. м³/м³; *n* – количество учитываемых типов воздействия, ед.

В соответствии с п. 5.2.9.4 и [4] степень истощения поверхностного водного объекта в результате сброса сточных вод оценивают по динамике изменения комплексных критериев (ПАН, класс качества с экологических позиций) качества вод в контрольном створе по отношению к фоновому створу.

Рассчитанные на основе данных [2] рекомендуемые значения ПАН для использования их в качестве оценочных показателей представлены в табл. 1.

Таблица 1. Оценочные значения ПАН при оперативной оценке кризисности экосистемы

№ п/п	Оценочный показатель	Классы качества воды водных объектов с экологических позиций				
		I	II	III	IV	V
		Очень чистая	Чистая	Умеренно загрязненная	Загрязненная	Грязная
1	Кризисность экосистемы	Состояние обратимых изменений		Пороговое уязвимое состояние	Состояние необратимых изменений	
2	Показатель антропогенной нагрузки по общим показателям [4]	< 3,5	3,5 ÷ 6,5	6,6 ÷ 19,55	19,6 ÷ 56,09	> 56,1
3	Показатель антропогенной нагрузки по общим показателям и с учетом экотоксичности ионов металлов [4]	< 3,5	3,5 ÷ 6,5	6,6 ÷ 30,55	30,60 ÷ 88,09	> 216,69

Проведена оценка воздействий хозяйственной деятельности на примере сточных вод известнякового Агаповского и доломитового Лисьегорского карьеров ОАО «ММК». Объем карьерного водоотлива на Агаповском месторождении флюсовых известняков в последние годы в зависимости от водности лет варьирует от 22 млн м³/год до 28 млн м³/год. Объем карьерного водоотлива на Лисьегорском месторождении доломитов в среднем стабилен и составляет около 4 млн м³/год. Суммарный водоотлив с карьеров составляет около 10 % от среднегодового стока р. Урал (360–370 млн. м³/год).

Анализ многолетних рядов наблюдений лабораторией охраны окружающей среды ОАО «ММК» за данными объектами свидетельствует, что в сточных водах карьеров не обнаруживаются концентрации токсичных металлов, а также железа и марганца, превышающие ЦПэ-ндт. Это позволило не включать их в перечень при разработке нормативов допустимых сбросов. По этой же причине металлы не были включены в таблицу расчетов ПАН.

Таблица 2. Данные наблюдений за качеством воды р. Урал по УКИЗВ в контрольных створах Челябинского ЦГМС до и после створов водопользования ОАО «ММК» [5]

Створ	УКИЗВ	Класс качества воды	Показатели, по которым улучшается качество р. Урал	Показатели, по которым ухудшается качество р. Урал
В черте г. Верхнеуральска	3,1	3 б		ХПК 1,6 ПДК Zn 2,8 ПДК Cu 1,5 ПДК Mn 7,7 ПДК
1,0 км ниже г. Верхнеуральска	3,94	3 б		ХПК 2,0 ПДК Zn 2,9 ПДК Cu 1,7 ПДК Fe 1,2 ПДК Mn 8,5 ПДК н/пр 1,9 ПДК
Верхнеуральское водохранилище	3,32	3 б	Zn 2,7 ПДК Mn 5,7 ПДК н/пр < ПДК	ХПК 2,3 ПДК
13,0 км выше г. Магнитогорска	2,85	2-3	Zn 2,7 ПДК Cu 1,6 ПДК Mn 5,7 ПДК н/пр 1,4 ПДК	ХПК 2,1 ПДК
Магнитогорское водохранилище в черте города	4,37	4 а	ХПК 2,0 ПДК н/пр 1,4 ПДК	Zn 3,2 ПДК Cu 2,2 ПДК Mn 8,3 ПДК н/пр 1,9 ПДК
Магнитогорское водохранилище в приплотинной части	4,66	4 а	Zn 3,2 ПДК Cu 2,0 ПДК Mn 7,3 ПДК н/пр 1,3 ПДК	ХПК 2,2 ПДК
Створы водопользования Агаповского и Лисьегорского карьеров ОАО «ММК» на реках Урал и Сухая Речка				
18,0 км ниже г. Магнитогорска 1,2 км ниже устья р. Сухая Речка	4,19	4 а	Zn 2,7 ПДК Mn 5,3 ПДК Cu 1,7 ПДК	ХПК 2,4 ПДК N(NO ₂) 1,2 ПДК SO ₄ 1,4 ПДК н/пр 1,7 ПДК
0,6 км ниже с. Богдановского	3,79	3	ХПК 2,0 ПДК SO ₄ 1,0 ПДК н/пр 0,6 ПДК	Zn 3,7 ПДК Cu 2,7 ПДК Mn 6,7 ПДК

По данным Челябинского ЦГМС – филиала ФГБУ «Уральское УГМС» – наблюдения за качеством воды р. Урал в зоне водопользования ОАО «ММК» ведутся в пяти створах наблюдений. В табл. 2 представлены данные за 2015 г. [5].

Анализ УКИЗВ показывает, что после створов водопользования Агаповского и Лисьегорского карьеров ОАО «ММК» качество реки Урал и Сухой Речки существенно улучшается. Более чистая по ряду показателей вода карьерных водоотливов не наносит вреда поверхностным водным объектам. При этом однозначно выявляется фон по марганцу, цинку, меди. Более конкретных выводов УКИЗВ не обеспечивают.

В результате непрозрачности принятой системы нормирования предприятие выплачивает огромные платежи за сверхнормативные сбросы марганца и сульфатов.

Для примера в табл. 3 приведено качество сточных вод Агаповского карьера, качество воды в р. Урал в фоновом и контрольном створах и соответствующие им расчетные значения ПАН.

Таблица 3. Качество сточных вод Агаповского карьера, качество воды в р. Урал в фоновом и контрольном створах водопользования и соответствующие им значения ПАН по общим показателям (базовым анализам-маркерам)

Аналит	Качество пробы воды			ЦПЭ- ндт [4]	Показатель антропогенной нагрузки (ПАН)		
	в фоновом створе (Сф)	сточные воды Агаповског о карьера (Ссв)	в контроль- ном створе (Ск)		ПАНф	ПАНс в	ПАН к
1	2	3	4	5	6	7	8
Н аммония, мг/дм ³	0,085	□ 0,05	0,29	□□□	0	0	0
Н нитритов, мг/дм ³	0,039	0,01	0,03	0,02	0,95	0	0,5
Н нитратов, мг/дм ³	0,39	1,15	0,54	3	0	0	0
Р фосфатов, мг/дм ³	0,14	□ 0,05*	0,057	□□□	0,4	0	0
ХПК, мг О ₂ /дм ³	19	5,9	30	10	0,9	0	2
БПК ₅ , мг О ₂ /дм ³	1,8	0,53	1,7				
Взвешенные вещества, мг/дм ³	14,4	35	12,4	5	1,88	6	1,48
Водородный показатель, ед. рН	8,72	7,66	8,36		2,2	0	0
Сухой остаток, мг/дм ³	315	987	407	500	0	4,87	0
Железо общее, мг/дм ³	□ 0,05	0,182	□ 0,05	1,0	0	0	0
Марганец, мг/дм ³	0,059	0,049	0,075	0,1	0	0	0
ΣПАН, усл. м ³ /м ³					6,33	10,87	3,98

При сбросе сточных вод Агаповского карьера в р. Урал ПАН = 3,98 в контрольном створе улучшается по сравнению со значением в фоновом створе (ПАН = 6,33) по рН, взвешенным веществам, азоту нитритов, фосфору фосфатов) и практически соответствует I

классу (очень чистая). Хотя само качество сточных вод (ПАНсв = 10,87 по базовым параметрам) соответствует качеству воды II–III класса качества с экологических позиций. Другими словами, качество реки Урал после поступления карьерных сточных вод имеет тенденцию изменения из II класса в I класс за счет привнесения повышенной жесткости.

Аналогичный расчет выполнен по соответствующим данным для Лисьегогорского карьера. ПАНсв Лисьегогорского карьера несколько выше, чем ПАНсв Агаповского карьера (за счет повышенного содержания взвешенных веществ и сухого остатка), но ПАН в контрольном створе (ПАНк) укладывается в пороговые значения для III класса качества воды с экологических позиций.

Контрольный створ оценки совместного влияния сточных вод обоих карьеров расположен на р. Урал в 1,2 км ниже впадения р. Сухая речка (рисунок).



Рисунок. План-схема расположения створов исследования негативного влияния сточных вод Агаповского и Лисьегогорского карьеров на качество воды реки Урал.

Из анализа полученных данных по УКИЗВ и экологическим показателям следует, что сточные воды Агаповского карьерного водоотлива не оказывают негативного воздействия и не ухудшают состояние р. Урал (УКИЗВ = 4,19; ПАН = 5,98) по отношению к фоновому створу, расположенному в нижнем бьефе Магнитогорского водохранилища (УКИЗВ = 4,66; ПАН = 6,14). Таким образом, в соответствии с [4] истощения реки Урал после впадения в нее р. Сухая речка не обнаружено.

Дополнительным доказательством отсутствия вреда и улучшения качества воды р. Урал после поступления карьерных сточных вод является дальнейшее снижение УКИЗВ до 3,79 в следующем контрольном створе, расположенном 0,6 км ниже с. Богдановского.

Полученные выводы предоставляют объективные основания для пересмотра нормативов допустимых сбросов карьерных сточных вод ОАО «ММК» с экологических

позиций и справедливого снижения экономической нагрузки на хозяйствующего субъекта по платежам за негативное воздействие карьерных сточных вод на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Введен Росгидрометом 03.12.2002 г.
2. Единые критерии качества вод. Совещание руководителей водохозяйственных органов стран-членов СЭВ. М.: СЭВ. 1982. 69 с.
3. *Оболдина Г.А., Попов А.Н.* Исследование вопросов технического регулирования водопользования // Наука и практика водного хозяйства. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2014. С. 399–423.
4. ГОСТ Р 57075-2016. Методология и критерии идентификации наилучших доступных технологий водохозяйственной деятельности.
5. Комплексный доклад о состоянии окружающей среды Челябинской области в 2015 году // Министерство экологии Челябинской области. Государственные доклады. <http://www.mineco174.ru/htmlpages/Show/protectingthepublic>. Дата обращения: 02.03.2017.

Сведения об авторах:

Оболдина Галина Анатольевна, заведующая сектором технического регулирования отдела научно-методического обеспечения восстановления и охраны водных объектов, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГБУ РосНИИВХ), 620049, Россия, Екатеринбург, ул. Мира 23; e-mail: elizgalina@mail.ru

Попов Александр Николаевич, заведующий отделом научно-методического обеспечения восстановления и охраны водных объектов, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГБУ РосНИИВХ), 620049, Россия, Екатеринбург, ул. Мира 23; e-mail: pan1944@rambler.ru