

УДК 628.515:338.3

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ

© 2014 г. Г.А. Оболдина, Н.А. Сечкова, А.Н. Попов, Е.А. Поздина

*ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», г. Екатеринбург*

**Ключевые слова:** наилучшие доступные технологии, оценка наилучших доступных технологий, техническое регулирование водопользования.



**Г.А. Оболдина**



**Н.А. Сечкова**



**А.Н. Попов**



**Е.А. Поздина**

Разработана методология, предложены методы и система выявления и ранжирования наилучших доступных технологий путем комплексной оценки последствий негативного воздействия водоохранной деятельности хозяйствующих субъектов. Система разработана на основе европейских принципов с учетом тенденций совершенствования российского экологического законодательства. Разработанный инструментарий способствует реформированию системы экологического регулирования водопользования.

Действующая российская природоохранная практика не обеспечена системой ранжирования природопользователей по степени экологической опасности. Важной составляющей комплекса мер по снижению антропогенной нагрузки на объекты окружающей среды является развитие экономически стимулируемого технического регулирования природопользования на основе наилучших существующих (доступных) технологий (НСТ–НДТ), доказавших свою эффективность в прогрессивно развитых странах.

Водное хозяйство России № 2, 2014

# Водное хозяйство России

Методология оценки негативного воздействия на окружающую среду (воздух, почву, воду) лучших технологий в странах ЕС изложена в справочном документе по НДТ [1] и предусматривает сопоставление интенсивности их воздействия по предлагаемым перечням загрязняющих веществ для семи приоритетных экологических проблем: токсичность для человека; глобальное потепление (изменение климата); токсичность для водных объектов; закисление (кислотные осадки); эвтрофикация; истощение озонового слоя; потенциал (вероятность) образования тропосферного озона. Группировка и сопоставление загрязняющих веществ через переводные коэффициенты в контексте упомянутых проблем обеспечивает их сравнение в специфических единицах измерения (табл. 1). Из двух рассматриваемых НДТ у одной может оказаться существенное воздействие на воздух, у другой – на воду. Одна технология может оказывать значительное воздействие на водные объекты по проблеме «токсичность», другая – по проблеме «эвтрофикация». Но всегда эксперт должен принять единственное решение.

Документ [1] представляет собой верифицированное резюме информации, полученной из множества источников. В приложениях [1] приведены ссылочные данные и рекомендательные материалы, необходимые для выполнения различных оценок при проведении анализа альтернативных технологий, выявлении и обосновании НДТ. В соответствии с этим документом предприятия, оказывающие значительное воздействие на объекты окружающей среды и в обязательном порядке получающие комплексное экологическое разрешение (КЭР), должны при формировании природоохранных планов использовать технологии уровня НДТ и выполнять альтернативную оценку их комплексного воздействия на воздух, воду, почву.

Несовершенство российского экологического законодательства вынуждает рассматривать вариант максимальной адаптации европейской системы к российским условиям. В табл. 1 представлены перспективы использования в России зарубежного опыта оценки комплексного воздействия хозяйственной деятельности на различные компоненты окружающей среды.

Пять из семи приоритетных проблем [1] относятся к охране воздуха. Оценка потенциала рассматриваемой технологии в отношении эвтрофикации осуществляется совместно для воздуха, почвы и воды. Токсичность для водных объектов оценивается условным количеством воды, требуемой для того, чтобы достичь концентрации загрязняющего вещества или соединения, не оказывающей токсического действия, т. е. на основе так называемого принципа «условной водоемкости».

Перенесение в российское правовое поле европейской системы выдачи КЭР и оценки комплексного воздействия хозяйственной деятельности на воздух и почвы представляется реальным из-за схожести методологии и применяемых нормативов качества воздуха и почвы, наличия ссылочных показате-

**Таблица 1.** Рекомендуемая тактика внедрения комплексных экологических разрешений и оценки комплексного воздействия НДТ при хозяйственной деятельности в России

Проблема	Элемент окружающей среды	Количество соединений, оказывающих воздействие [1]	Единица оценки	Ссылочные показатели [1]	Требуемые действия
1. Токсичность для человека	Воздух	100	кг Рв-экв.	Отсутствуют	Гармонизация методологии
2. Глобальное потепление (изменение климата)	Воздух	94	ед. CO <sub>2</sub> -экв.	Имеются	Возможно перенесение принципа в экологическое законодательство РФ
3. Токсичность для водных объектов	Водные объекты	259	м <sup>3</sup> «условной воды»	Отсутствуют	Требуется разработка методологии оценки
4. Закисление (кислотные осадки)	Воздух	2	ед. SO <sub>2</sub> -экв.	Имеются	Возможно перенесение принципа в экологическое законодательство РФ
5. Эвтрофикация	Водные объекты, воздух, почвы	12	кг (PO <sub>4</sub> ) <sup>3</sup> -экв.	Имеются. Принцип используется комплексно для воды, воздуха, почвы	Необходима адаптация принципа к российскому законодательству. Требуется разработка методологии оценки отдельно для воды
6. Истощение озонового слоя	Воздух	95	ед. ХФУ-11-экв.	Имеются	Возможно перенесение принципа в экологическое законодательство РФ
7. Потенциал (вероятность) образования тропосферного озона	Воздух	131	ед. этилен-экв.	Имеются	Возможно перенесение принципа в экологическое законодательство РФ

лей, что невозможно утверждать в отношении оценки комплексного воздействия на природные поверхностные воды. Причины кроются в существенных различиях используемых систем регулирования водопользования (в России – от принципа «искривленной экологии» [2], в странах ЕС – от принципа эколого-экономически обоснованных технологий или НДТ). Усугубляют положение дел различия в используемых нормативах и рычагах регулирования водопользования (отсутствие в России преемственности совершенствования институциональной регулятивной функции, систематизированных достоверных данных в контрольных створах, свидетельствующих о последствиях определенного негативного воздействия). Таким образом, решение проблем внедрения НДТ в водохозяйственном секторе ожидается наиболее сложным.

Для выявления, ранжирования, выбора и внедрения НДТ необходима гармонизация основных российских принципов регулирования водопользования с европейскими принципами, в т. ч. разработка простой, надежной, прозрачной и объективной системы оценки комплексного воздействия текущей водоохранной деятельности хозяйствующих субъектов.

При совершенствовании системы регулирования водопользования в России представляется важной не столько полнота данных о компонентном составе воды, сколько сравнимость оценок и максимально возможная информативность показателей для установления допустимого негативного воздействия при минимизации финансовых затрат на производственный контроль и мониторинг состояния водных объектов.

Для оценки комплексного воздействия технологий авторами принято следующее:

- сокращение списка контролируемых параметров в соответствии с международными и российскими прогрессивными тенденциями. В рамках этого типизирован и обоснован перечень основных негативных воздействий технологий. Предложен перечень анализов, отражающих данные воздействия (табл. 2);

- использование методов единообразной оценки воздействия технологий на водные объекты для восьми наиболее существенных видов воздействия (экологических проблем): токсичность, засоление, закисление, снижение прозрачности, эвтрофирование, растворенный кислород, тепловое, радиоактивное воздействие. При необходимости возможен учет специфических отраслевых негативных воздействий (например, адсорбированных органических хлоруглеводородов (АОХ) в целлюлозно-бумажной промышленности, токсичных металлов в машиностроении и др.);

- отказ от использования ПДК<sub>рх</sub> в пользу целевых показателей, достижимых при использовании НДТ (ЦП<sub>НДТ</sub>);

- применение комбинированного подхода на основе согласования целевых показателей качества сбросов сточных вод, достижимых при

**Таблица 2.** Расчет показателей антропогенной нагрузки по видам воздействия

Вид воздействия	Аналит-маркер, размерность	Расчетная формула для ПАН <sub>г</sub> , ед.*	Целевой показатель, ЦП <sub>ндт</sub>
Увеличение общей минерализации	Сухой остаток (общая минерализация), мг/дм <sup>3</sup>	$(C_i - 300)/25$	300 мг/усл. дм <sup>3</sup>
Защелачивание	pH, ед. pH	$(6,5 - \text{pH}_{\text{СВ}})/0,1$ при $\text{pH}_{\text{СВ}} < 6,5$ ; $(\text{pH}_{\text{СВ}} - 8,5)/0,1$ при $\text{pH}_{\text{СВ}} > 8,5$	6,5–8,5, ед. pH
Снижение прозрачности	Инертные взвешенные вещества минерального происхождения (не содержащие взвесей антропогенного происхождения), мг/дм <sup>3</sup>	0,04 C <sub>i</sub> – для водных объектов, в которых обитают карповые рыбы	25 мг/усл. дм <sup>3</sup>
		0,1 C <sub>i</sub> – для форелевых/лососевых водных объектов	10 мг/усл. дм <sup>3</sup>
	Взвешенные вещества антропогенного происхождения, трансформируемые в водной среде или аккумулируемые гидробионтами, мг/дм <sup>3</sup>	0,25C <sub>i</sub>	4,0 мг/усл. дм <sup>3</sup>
Снижение содержания растворенного кислорода	ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	0,1C <sub>i</sub>	10 мгО <sub>2</sub> /усл. дм <sup>3</sup>
	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	–	–
	Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	10C <sub>i</sub>	0,1 мг/усл. дм <sup>3</sup>
Эвтрофирование	Фосфор общий, мг/дм <sup>3</sup> или в т. ч. фосфор фосфатов, мг/дм <sup>3</sup>	5C <sub>i</sub>	0,2 мг/усл. дм <sup>3</sup>
		10C <sub>i</sub>	0,1 мг/усл. дм <sup>3</sup>
	Азот общий, мг/дм <sup>3</sup> или в т. ч. суммарно: азот аммония, мг/дм <sup>3</sup> азот нитратов, мг/дм <sup>3</sup> азот нитритов, мг/дм <sup>3</sup>	0,20C <sub>i</sub>	5,0 мг/дм <sup>3</sup>
		2,5C <sub>i</sub> 0,33C <sub>i</sub> 50C <sub>i</sub>	0,4 мг/дм <sup>3</sup> 3,0 мг/дм <sup>3</sup> 0,02 мг/дм <sup>3</sup>
Увеличение токсичности	Острая токсичность, ед.	Кратность разбавления до исчезновения токсичности, I <sub>T</sub>	1, ед.
	При отсутствии показателя токсичности при ХПК > 25 мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	ХПК/БПК <sub>5</sub>	6
Тепловое воздействие	Температура, °С	$\{t_{\text{св}}^{**} - (t_{\text{р}}^{***} + \Delta t)\} / \Delta t$	28 °С летом, 8 °С зимой
Радиоактивность	Суммарная α-радиоактивность, Бк/л	5C <sub>i</sub>	0,2 Бк/усл. дм <sup>3</sup>
	Суммарная β-радиоактивность, Бк/л	C <sub>i</sub>	1,0 Бк/усл. дм <sup>3</sup>
Специфические воздействия	АОХ и другие аналиты-маркеры	Φ <sub>i</sub> ·C <sub>i</sub>	ЦП <sub>ндт</sub> *

*Примечание:* \* – обоснование расчетных формул и значений целевых показателей специфических аналитов-маркеров будет представлено в отдельной статье; \*\* – температура сточной воды; \*\*\* – температура воды водоприемника в створе выше выпуска.

использовании НДТ (ЦП<sub>НДТ</sub>), и целевых экологических показателей (ЦЭП), свидетельствующих о неухудшении состояния водных объектов;

– отказ от использования «фоновой» загрязненности вод в системе оценки воздействия технологий (в т. ч. и НДТ);

– мониторинг состояния используемых водных объектов с экологических позиций.

Система оценки комплексного воздействия НДТ при водопользовании в России разработана на основе европейских принципов с учетом следующих аспектов:

– формирования простого, прозрачного, объективного алгоритма оценки технологий и выявления из них НДТ в каждом конкретном случае;

– разработки универсальной системы, обеспечивающей комплексными критериями как процедуру оценки технологий, выбора и обоснования НДТ, так и последствий планируемой (при оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) при государственной экологической экспертизе (ГЭЭ) проектов технической документации) и текущей водоохранной деятельности хозяйствующих субъектов;

– обеспечения регулятивных органов инструментальной базой и рекомендациями для совершенствования управленческих решений с целью реализации комбинированного подхода к установлению допустимых сбросов;

– формирования объективных условий и прозрачных технических рекомендаций для государственных служащих и водопользователей;

– разработки норм общего действия, применимых как для объектов со значительным негативным воздействием, так и для объектов с умеренным и незначительным воздействием.

Для оценки комплексного воздействия НДТ и последствий хозяйственной деятельности на водные объекты с целью достижения уровня НДТ предложены следующие методы:

1) метод аналогий («бенчмаркинга» или «использования чужого опыта») – по фактическому воздействию адаптированных НДТ из европейских справочников, обеспечивающих или не обеспечивающих достижение намеченных в РФ целевых показателей;

2) оценка воздействия технологий по показателю антропогенной нагрузки (ПАН);

3) оценка потенциала воздействия (ПВ) удельных показателей НДТ в единицах воздействия (ЕВ).

Метод «использования чужого опыта» в равной степени включает два процесса: оценку и сопоставление, реализация которых в обязательном порядке необходима для декларирования соответствия определенной деятельности. Оценка технологий по показателю антропогенной нагрузки

и потенциалу негативного воздействия представляют собой объективный инструментарий, обеспечивающий практическую реализацию принципа декларирования соответствия.

Рассмотрим указанные методы подробнее.

*Метод «использования чужого опыта».* Принцип НДТ, как аналог Best Available Techniques (BAT), в экологическом праве США и стран ЕС используется как комплексный регулятивный инструмент, выработанный на основе многолетнего социально-эколого-экономического обоснования.

Практика адаптации в России НДТ из европейских справочников, на которую возлагается много надежд, выявила проблемы, связанные с отсутствием необходимого опыта систематизации и обобщения, объективных критериев и инструментария оценки качества водных объектов, испытывающих повышенные негативные воздействия за счет более высокой водоемкости российских производств по сравнению с аналогичными в европейских странах.

Метод «бенчмаркинга», основанный на целесообразности применения адаптированных из европейских справочников НДТ, универсален, применим для всех рассмотренных видов негативного воздействия. Однако следует отметить, что его использование требует очень продолжительного времени. Наглядным примером является внедрение в России глубокой биологической очистки типичных хозяйственно-бытовых сточных вод, когда планируемая эффективность очистки не достигалась за счет невоспроизводимости технологического процесса из-за пониженных исходных концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, обусловленных более высокой нормой потребления воды на хозяйственно-питьевые нужды. И только многолетние исследования выявленных несоответствий позволили уточнить оптимальную эффективность очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и обеспечили рывок в совершенствовании технологических регламентов биологической очистки производственных сточных вод от органических соединений.

Метод аналогий может быть надежно использован при строительстве новых предприятий, а для водоемких частично реконструируемых градообразующих заводов предполагает двухуровневую оптимизацию количества сбрасываемых загрязняющих веществ со сточными водами путем контроля постоянного сокращения их количества ( $M_{зв}$ ) как при сокращении количества сточных вод ( $Q_{св}$ ), так и при улучшении их качества ( $C_{зв}$ ).

Хозяйствующий субъект, добывающийся разрешительных условий при водопользовании в статусе НДТ, должен доказать, что:

– в своей водохозяйственной деятельности использует НДТ, т. е. соблюдается технологический норматив использования свежей воды в расчете на единицу выпускаемой продукции на уровне НДТ, и его водоохранная

деятельность – НДТ, т. е. соблюдается качество очищенных сточных вод на уровне НДТ;

– либо удельные сбросы загрязняющих веществ на единицу производимой продукции соответствуют установленным в справочниках НДТ технологическим нормативам.

Метод неотрывно связан с разработкой удельных показателей и технологических нормативов, требует грамотной и прозрачной экологической политики и практики хозяйствующего субъекта, проведения энерго- и водохозяйственного аудита, поэтому продолжителен во времени. При этом очевидно, что дополнительный инструментарий в виде методик контроля процесса совершенствования водохозяйственной и водоохранной деятельности и использование нормативов общего действия не исключают, а способствуют реализации данного метода и государственных программ достижения целевых показателей состояния водных объектов.

*Оценка воздействия технологий по показателю антропогенной нагрузки.* Оценка комплексного воздействия НДТ по показателю антропогенной нагрузки (ПАН, ед. (усл. м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>)) основана на методе «условной водоемкости», который заключается в выражении антропогенной нагрузки по видам воздействий хозяйственной деятельности в условном объеме воды, необходимой для разбавления конкретного объема сточных вод до значения показателя, удовлетворяющего определенным требованиям (целевому показателю, стандарту качества воды).

Этот подход представляется прозрачным, наглядным и обоснованным, опирается на достаточно понятные положения. Подобная технология использования условного расчетного эквивалента рекомендовалась достаточно давно, применяется при оценке токсичности водных объектов в странах ЕС [1], прорабатывалась отечественными специалистами при совершенствовании платежной базы при водопользовании [3], расширении области действия методики расчета вреда, причиненного водным объектам вследствие их использования [4].

Указанный способ выражения антропогенной нагрузки через требуемый объем разбавляющей воды может характеризовать и наличие водного ресурса, и его дефицит. Если «условная водоемкость» предприятия, например, втрое превышает объем стока реальной реки, налицо дефицит водного ресурса. Однако объективность метода связана с тем, как рассчитывается «условная водоемкость» относительно ПДК<sub>рх</sub> или относительно обоснованных целевых показателей.

В соответствии с модификацией метода «условной водоемкости» [3], ПАН представляет не что иное, как требуемую кратность разбавления до безвредного содержания аналита-маркера:



$$\text{ПАН}_i = \Phi_i \cdot C_i, \quad (1)$$

где  $\Phi_i$  – фактор воздействия;  $\Phi_i = 1/\text{ЦП}_{\text{НДТ}}$ ,  $\text{ЦП}_{\text{НДТ}}$  – целевое значение аналита-маркера по  $i$ -му виду воздействия, мг/усл. дм<sup>3</sup>, экологически регулируемое, стремящееся к реально достижимой величине при реализации НДТ и удовлетворяющее условиям неухудшения состояния водного объекта;  $C_i$  – концентрация аналита-маркера, отражающего определенный вид воздействия, мг/дм<sup>3</sup>.

В табл. 2 приведен базовый перечень негативных воздействий, аналитов-маркеров, их характеризующих и необходимых для определения, а также соответствующие способы расчета  $\text{ПАН}_i$  и принятые значения целевых показателей.

Общий принцип установления значений целевых показателей заключается в следующем:

- достижимость при реализации НДТ;
- учет мировых тенденций;
- соответствие значениям, свойственным аналитам-маркерам для 2–3 класса качества воды, с экологических позиций [5].

В расчет включаются специфические показатели (АОХ в целлюлозно-бумажной отрасли, ионы металлов в машиностроении и другие особо опасные соединения, контролируемые в соответствии с международными договоренностями), которые являются маркерами и отражают специфику негативного воздействия источника загрязнения или конкретной технологии.

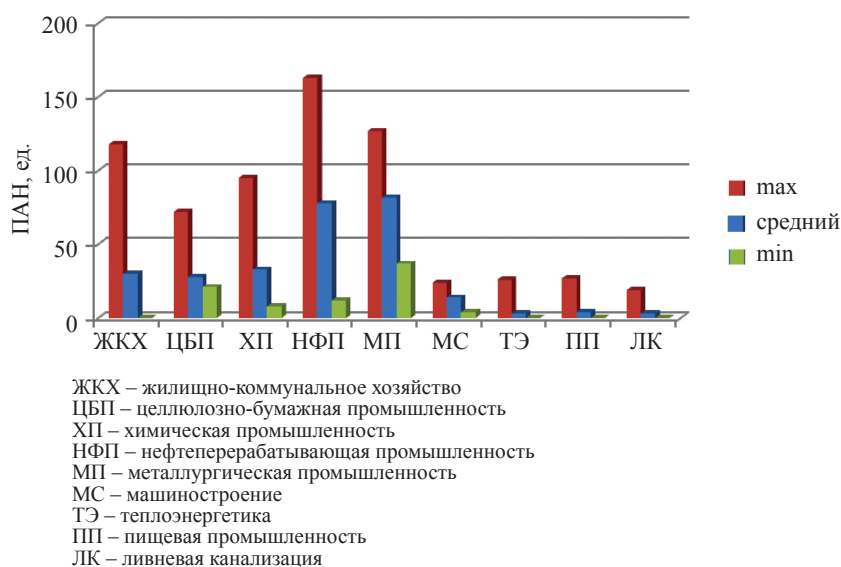
Общий показатель антропогенной нагрузки (ПАН) сброса загрязняющих веществ со сточными водами от установки НДТ или комплекса установок определяется суммированием безразмерных  $\text{ПАН}_i$ :

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

где  $n$  – количество учитываемых видов воздействия, ед.;  $\text{ПАН}_i$  – ПАН  $i$ -го вида воздействия в соответствии с табл. 2. Результаты биотестирования ( $\text{ПАН}_T$ ,  $T$  – токсичность), радиоактивное, тепловое загрязнение, закисление выражаются безразмерными величинами.

Метод применим для всех рассмотренных видов воздействия.

Перечень аналитов обладает универсальностью для любых видов вод, возможностью измерения с необходимой воспроизводимостью, относительной независимостью, минимальным количеством, необходимым и достаточным как для оценки негативного воздействия технологий, так и для комплексной оценки экологического состояния качества воды водного объекта, формирования платежной базы при совершенствовании экономического механизма регулирования водопользования.



**Рис. 1.** Максимальные, средние, минимальные значения отраслевых ПАН очищенных сточных вод.

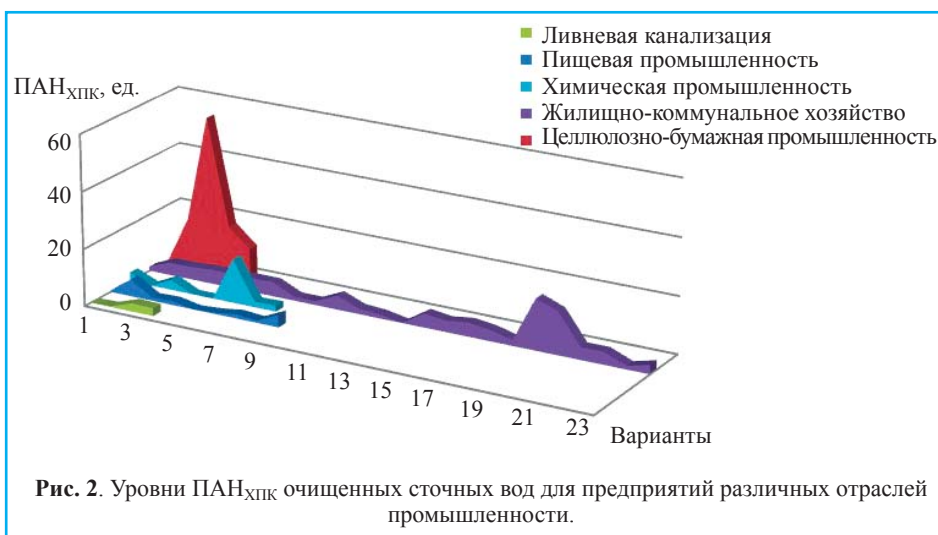
Практика оценки  $PAN_{НДТ}$  в различных отраслях промышленности и ЖКХ показала, что количество аналитов расчетной базы может быть меньше, чем предложено в табл. 2. Не учитываются воздействия, для которых  $PAN \leq 1,0$ .

На рис. 1 представлены рассчитанные по данным многочисленных справочников, отраслевых изданий и других открытых материалов, подробно перечисленных в отчете [6], максимальные, средние, минимальные значения отраслевых ПАН очищенных сточных вод.

Практически по всем отраслям промышленности для очищенных сточных вод установлена коррелируемая зависимость ПАН и  $PAN_{ХПК}$ . Показано, что использование показателя ХПК в качестве базового аналита-маркера позволяет ранжировать технологии по интенсивности негативного воздействия (рис. 2).

$PAN_{ХПК}$  очищенных сточных вод  $\leq 5$  ед. может служить нормативом общего действия.

Показано, что ПАН может являться эквивалентом оценки НДТ и градации используемых технологий, для которых удельный показатель потребления свежей воды и, соответственно, отведения сточных вод, не подлежит жесткому учету или оптимизированию (ЖКХ, пищевая промышленность, отрасли промышленности с высоким техническим уровнем организации водопользования).



Для сточных вод, подвергаемых биологической очистке,  $PАН < 10-14$  ед. по анализам-маркерам может являться нормативом общего действия, а принципиальные блок-схемы отечественных очистных сооружений, обеспечивающие наименьшее воздействие на водные объекты, обладают признаками НДТ.

Оценка потенциала воздействия удельных показателей НДТ в единицах воздействия. Метод оценки потенциала воздействия (ПВ) в единицах воздействия (ЕВ) может быть использован в качестве комплексного показателя как к концентрационным характеристикам, например, к качеству сточных вод ( $ЕВ/м^3$ ), так и к любому целевому удельному показателю по массе ( $ЕВ/т$  продукции и др.).

В табл. 3 приведены анализируемые в обязательном порядке аналиты-маркеры и соответствующие им массы единицы воздействия, используемые в Германии.

**Таблица 3.** Вещества и соответствующие им массы единицы воздействия [7]

Аналиты-маркеры	Масса единицы воздействия
Окисляемые вещества (ХПК)	50 кг кислорода
Фосфор общий	3 кг
Азот общий	25 кг
АОХ	2 кг
Металлы и их соединения:	
Ртуть	20 г
Кадмий	100 г
Хром	500 г
Никель	500 г
Свинец	500 г
Медь	1000 г

Единица воздействия токсичности по отношению к рыбам составляет 3000 м<sup>3</sup> сточных вод, деленных на фактор разбавления, при котором сточная вода в тесте с рыбами уже не токсична.

В соответствии с приведенными в табл. 3 данными, потенциал воздействия (ПВ, ЕВ/тыс. м<sup>3</sup>) НДТ или сточных вод на водные объекты рассчитывается по формуле

$$ПВ_i = \sum_{n=1}^i C_i / МЕВ_i, \quad (3)$$

где  $n$  – количество учитываемых видов воздействия, ед.;

$C_i$  – концентрация аналита-маркера, характеризующего воздействие, мг/дм<sup>3</sup>;

$МЕВ_i$  – масса единицы воздействия аналита-маркера, кг.

Достоинством и одновременно недостатком метода является ограниченный перечень контролируемых аналитов-маркеров, не позволяющих оценивать такие виды воздействия на воду, как повышение минерализации, температуры, содержания взвешенных и специфических веществ.

В рамках проведенного исследования установлена корреляционная зависимость между значениями массы единицы воздействия определенных показателей и целевыми значениями этих показателей, достижимыми при внедрении НДТ, что позволило расширить область применения метода для более широкого круга воздействий (минерализация, взвешенные вещества, специфические отраслевые аналиты).

Например, оз. Чигирское является основным источником производственного водоснабжения филиала «Производство полиметаллов» и питьевого водоснабжения части населения г. Кировграда Свердловской области. Река Калата (вблизи хвостохранилища) – небольшой приток оз. Чигирского, которое подпитывается по самотечному каналу водой из р. Нейвы. В табл. 4 представлены показатели качества воды притоков оз. Чигирского, в табл. 5 – результаты расчета потенциалов негативного воздействия воды притоков оз. Чигирского.

**Таблица 4.** Качество воды в притоках оз. Чигирского и исходные данные для расчета потенциала воздействия воды притоков

Притоки оз. Чигирского	Качество воды			
	ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	N <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	P <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>
р. Калата, вблизи хвостохранилища	4	1374	2,42	0,098
р. Нейва	17	228	2,42	1,44

*Примечание:* масса единицы воздействия (г) равна 50 000 для ХПК; 118 000 – минерализации; 25 000 – N<sub>общ</sub>; 3000 – P<sub>общ</sub>.

**Таблица 5.** Расчет потенциала воздействия притоков оз. Чигирского (ПВ, ЕВ/тыс. м<sup>3</sup>)

Притоки оз. Чигирского	Потенциал воздействия, ЕВ/тыс. м <sup>3</sup>				
	ХПК	Минерализация	N <sub>общ</sub>	P <sub>общ</sub>	Σ ПВ
р. Калата, хвостохранилище	0,08	11,64	0,15	0,03	11,90
р. Нейва	0,34	1,93	0,15	0,48	5,28

Недоучет негативного воздействия минерализации р. Калаты может привести к занижению потенциала воздействия воды реки и формированию необъективного плана восстановительных мероприятий по улучшению состояния экосистемы оз. Чигирского.

Выполненные расчеты показали, что значение ПВ очищенных хозяйственных сточных вод колеблется от 0,306 до 5,53 ЕВ/тыс. м<sup>3</sup>. Очевидно, что чем ниже ПВ, тем выше вероятность отнесения используемого метода или технологии очистки сточных вод к категории НДТ.

Анализ оценки воздействия НДТ и хозяйственной деятельности водопользователей в различных отраслях промышленности показал, что предлагаемые методы могут обеспечить оценку, выявление и обоснование НДТ, градацию водоохранной деятельности водопользователей.

На основе выполненных расчетов ПАН, ПВ, ПАН/ПВ для НДТ в различных отраслях промышленности и ЖКХ показана возможность обоснования нормативов общего действия в части установления:

- антропогенной нагрузки, обеспечивающей экологическую безопасность водных объектов;
- пороговой концентрации, достигаемой в обязательном порядке при очистке сточных вод в различных отраслях промышленности;
- принципиальных блок-схем очистных сооружений уровня НДТ;
- перечня обязательных отраслевых водоохраных мероприятий и др.

Например, данные точечной диаграммы, представленные на рис. 3, свидетельствуют, что к уровню НДТ однозначно могут быть отнесены технологии очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, характеризуемые ПАН < 10, ПВ < 1 ЕВ/тыс. м<sup>3</sup> – «зеленые технологии», при определенных условиях – «желтые технологии».

Предлагаемая система оценки комплексного воздействия используемых НДТ на окружающую среду может быть использована при совершенствовании институциональных механизмов технического регулирования водопользования на основе НДТ, производственном и государственном контроле, оценке экологических платежей и возмещении ущерба, нанесенного при нарушении водного законодательства, а также при водохозяйственном аудите, ОВОС, ГЭЭ.

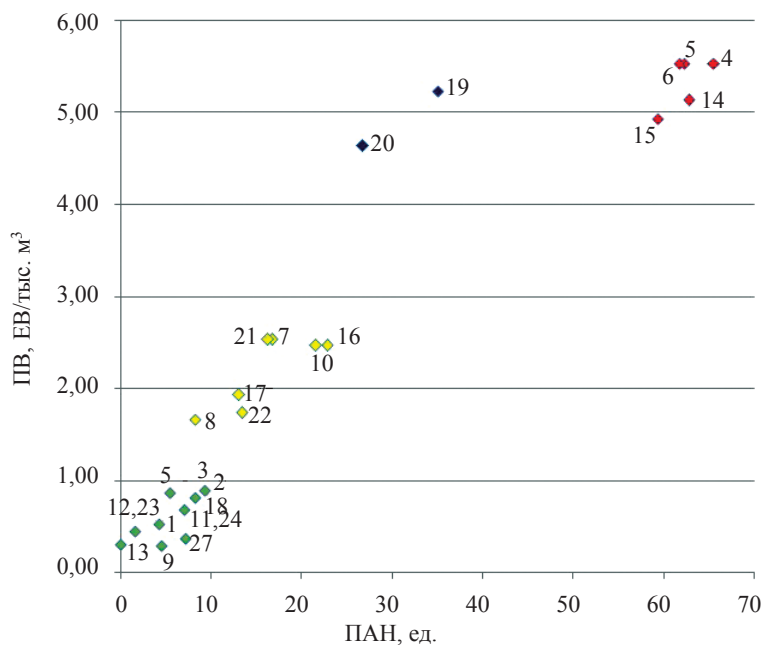


Рис. 3. Точечная диаграмма зависимости ПАИ от ПВ для очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод.

Система оценки воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду на основе предложенных комплексных показателей, а также производных от них (например, индекса воздействия сбросов (ИВС, усл. м<sup>3</sup>/год) загрязняющих веществ, определяемого по формуле  $ИВС = ПАИ \cdot Q$ , где  $Q$  – количество сточных вод, м<sup>3</sup>/год) обеспечит выявление лучших водопользователей, повысит их конкурентоспособность за счет целенаправленной модернизации производств, имеющей подтвержденные европейской системой ведения хозяйственной деятельности абсолютные экономические и экологические преимущества.

Оценка комплексного воздействия НДТ и хозяйственной деятельности может быть применена:

- как инструмент учета, анализа и планирования;
- как индикатор научно-технического состояния хозяйственного объекта;
- в качестве критерия сравнительной оценки деятельности предприятий;
- как показатель эффективности принятых ранее управленческих решений и целесообразности их реализации;
- в качестве основы для выбора возможных вариантов развития производства и показателей ожидаемых результатов в будущем;
- как стимулятор повышения экологического уровня производства.

Таблица 6. Порядок и варианты оценки комплексного воздействия технологий и обоснование их практического использования

Уровень технического регулирования водопользования	Условия применения	Обоснование условий разрешений на водопользование	Комментарий. Решаемые задачи
Оценка по показателю антропогенной нагрузки (ПАН, ед) (ед. = усл. тыс. м <sup>3</sup> /тыс. м <sup>3</sup> )	Удельная норма водоотведения не подлежит учету или оптимизирована (ЖКХ, отдельные подотрасли пищевой промышленности и др.)	ПАН <sub>ндт</sub> Контроль: по качеству сточных вод	Путем анализа серии технологий обосновывается уровень ПАН <sub>ндт</sub>
Оценка по условному объему водоотведения (УОВ, усл. тыс. м <sup>3</sup> /т)	Для аналогичных предприятий известны: удельная норма водоотведения на единицу продукции (УНВ, тыс. м <sup>3</sup> /т) фактической технологии; ПАН, усл. тыс. м <sup>3</sup> /тыс. м <sup>3</sup>	УОВ <sub>ндт</sub> = УНВ <sub>ндт</sub> · Σ ПАН <sub>ндт</sub> Контроль: – по качеству сточных вод; – по количеству сточных вод	Путем анализа серии технологий обосновывается, соответственно, УНВ <sub>ндт</sub> ; ПАН <sub>ндт</sub>
Оценка по удельному технологическому потенциалу воздействия (УТ ПВ, ЕВ/т)	Для специфических предприятий известны удельные технологические показатели сбросов загрязняющих веществ (УТП СЗВ, г/т) либо обоснован удельный технологический норматив сбросов загрязняющих веществ (УТН СЗВ, г/т)	УОВ <sub>ндт</sub> = Σ ПАН <sub>ндт</sub> · Σ ПВ УТН СЗВ <sub>ндт</sub> /Σ ПВ <sub>ндт</sub> Контроль: – по качеству сточных вод; – по удельному сбросу загрязняющих веществ	Обосновывается ПВ УТН СЗВ <sub>ндт</sub> ; ПАН <sub>ндт</sub> ; ПВ <sub>ндт</sub>
Оценка по удельному технологическому потенциалу воздействия (УТ ПВ, ЕВ/т)	Для аналогичных предприятий известны: удельная норма водоотведения на единицу продукции (УНВ, тыс. м <sup>3</sup> /т); потенциалы воздействия (ПВ, ЕВ/тыс. м <sup>3</sup> )	УТ ПВ <sub>ндт</sub> = УНВ <sub>ндт</sub> · Σ ПВ <sub>ндт</sub> Контроль: – по качеству сточных вод; – по количеству сточных вод	Путем анализа серии технологий обосновывается, соответственно, УНВ <sub>ндт</sub> ; ПВ <sub>ндт</sub>

Примечание: УОВ – условный объем водоотведения, усл. тыс. м<sup>3</sup>/т продукции; УНВ – удельная норма водоотведения на единицу продукции, тыс. м<sup>3</sup>/т продукции; УТП СЗВ – удельный технологический показатель сбросов загрязняющих веществ, г/т продукции; УТН СЗВ – удельный технологический норматив сбросов загрязняющих веществ, г/т продукции.

Расчетные формулы, представленные в столбце 3 (табл. 6) по обоснованию выдачи разрешений на водопользование в зависимости от уровня совершенствования хозяйственной деятельности (столбец 1) отражают взаимосвязь предложенных показателей ПАН и ПВ. Они объясняют, почему ранее предлагаемые методы оценки по методу «условной водоемкости» не находили должной поддержки при совершенствовании функций регулирования водопользования. Эти оценки являются промежуточными на пути постоянного совершенствования водоохранной деятельности и, в итоге, реализованных в странах ЕС методов оценки НДТ по удельным технологическим нормативам (частным значениям группы анализов-маркеров), установленным в справочниках НДТ. В разработанной системе оценка высшего уровня организации водоохранной деятельности при внедрении НДТ в российских условиях – оценка по комплексному показателю частных значений группы анализов-маркеров, т. е. по удельному технологическому потенциалу воздействия.

Предлагаемая система оценки комплексного воздействия НДТ и последствий водоохранной деятельности хозяйствующих субъектов не противоречит европейской системе регулирования водопользования по методу целевых показателей, а лишь обеспечивает ее объективным инструментарием.

Данная система имеет возможность развития от оценки комплексного воздействия технологий на отдельное звено (водные объекты) до оценки на окружающую среду в целом.

Экономическая эффективность технического регулирования водопользования может быть достигнута за счет более эффективного использования и управления водными ресурсами на уровне бассейнов, сокращения количества контролируемых параметров, поэтапного снижения нагрузки на водные объекты, обеспечивающего сокращение затрат на подготовку воды нижерасположенными по течению реки водопользователями, снижения угроз здоровью населения в связи с улучшением качества питьевой воды, состояния экосистем, рекреации, водного туризма и пр. Экономическая эффективность предполагается не только в области технического регулирования водопользования, но и в сферах производственного и государственного контроля, оценки экологических платежей и ущерба за счет использования единых подходов и объективных рычагов регулирования негативного воздействия хозяйственной деятельности.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплексное предотвращение и контроль загрязнения окружающей среды. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям. Экономические аспекты и вопросы и воздействия на различные компоненты окружающей среды // Европейская комиссия. Генеральная дирекция. Объединенный научный центр. Институт по исследованию перспективных технологий. Отдел конкурентоспособности и устойчивого развития Европейского бюро по комплексному предотвращению и контролю загрязнений окружающей среды. Июль 2006. Режим доступа: [http://www.14000.ru/brefs/BREF\\_ECME.pdf](http://www.14000.ru/brefs/BREF_ECME.pdf).
2. Прохорова Н.Б., Попов А.Н., Поздина Е.А., Сечкова Н.А., Оболдина Г.А. Проблемы технического регулирования водопользования/ Сб. материалов XII Междунар. науч.-практ. симпозиума «Чистая вода России». Екатеринбург. 2013. С. 257–261.
3. Пономарева Л.С. К вопросу о плате за загрязнение водных объектов // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. № 9. С. 20–30.
4. Разработать предложения по совершенствованию правового регулирования вопросов возмещения ущерба от негативного воздействия вод, а также вреда, причиненного водным объектам вследствие их использования // Отчет по НИР по государственному контракту № СЛ-14-23/9 от 18 февраля 2011 г. / ФГУП РосНИИВХ, рук. Ю.Б. Мерзликина. Екатеринбург. 2011.
5. Единые критерии качества вод. Совещание руководителей водохозяйственных органов стран-членов СЭВ. М.: СЭВ, 1982. 69 с.
6. Разработка научно-методических основ перехода к принципу наилучших доступных технологий (НДТ) // Отчет по НИР по государственному контракту № 47-НИОКР/2-8-2012 от 26 ноября 2012 г. / ФГУП РосНИИВХ, рук. А.Н. Попов. Екатеринбург. 2012–2014.
7. Водный сектор в Германии. Методы и опыт / под ред. К.У. Рудольфа, Т. Блока. Берлин–Бонн–Виттен, сентябрь 2001. 151 с. Режим доступа: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2754.pdf>.

**Сведения об авторах:**

Оболдина Галина Анатольевна, зав. сектором технического регулирования отдела восстановления рек и водоемов, ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГУП РосНИИВХ), 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23; e-mail: [elizgalina@mail.ru](mailto:elizgalina@mail.ru)

Сечкова Наталья Александровна, ведущий инженер, ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГУП РосНИИВХ), 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23; e-mail: [nat-ushkova@yandex.ru](mailto:nat-ushkova@yandex.ru)

Попов Александр Николаевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий отделом восстановления рек и водоемов, ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГУП РосНИИВХ), 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23; e-mail: [pan1944@rambler.ru](mailto:pan1944@rambler.ru)

Поздина Елена Александровна, канд. техн. наук, доцент, зам. директора по координации НИР, ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГУП РосНИИВХ), 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23; e-mail: [nov16dec@mail.ru](mailto:nov16dec@mail.ru)