

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

© 2014 г. Е.М. Касимова, Г.А. Оболдина

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

Ключевые слова: водопользование, эколого-экономическое обоснование, наилучшие доступные технологии, приведенные затраты, приведенные экологические затраты, эколого-экономическая эффективность.



Е.М. Касимова



Г.А. Оболдина

Разработана укрупненная схема эколого-экономического обоснования выбора лучших технологий при регулировании водопользования. Выявлены недостатки традиционных методов технико-экономического обоснования выбора технологий. Предложен показатель приведенных экологических затрат, применение которого обеспечивает объективность эколого-экономических процедур сравнения.

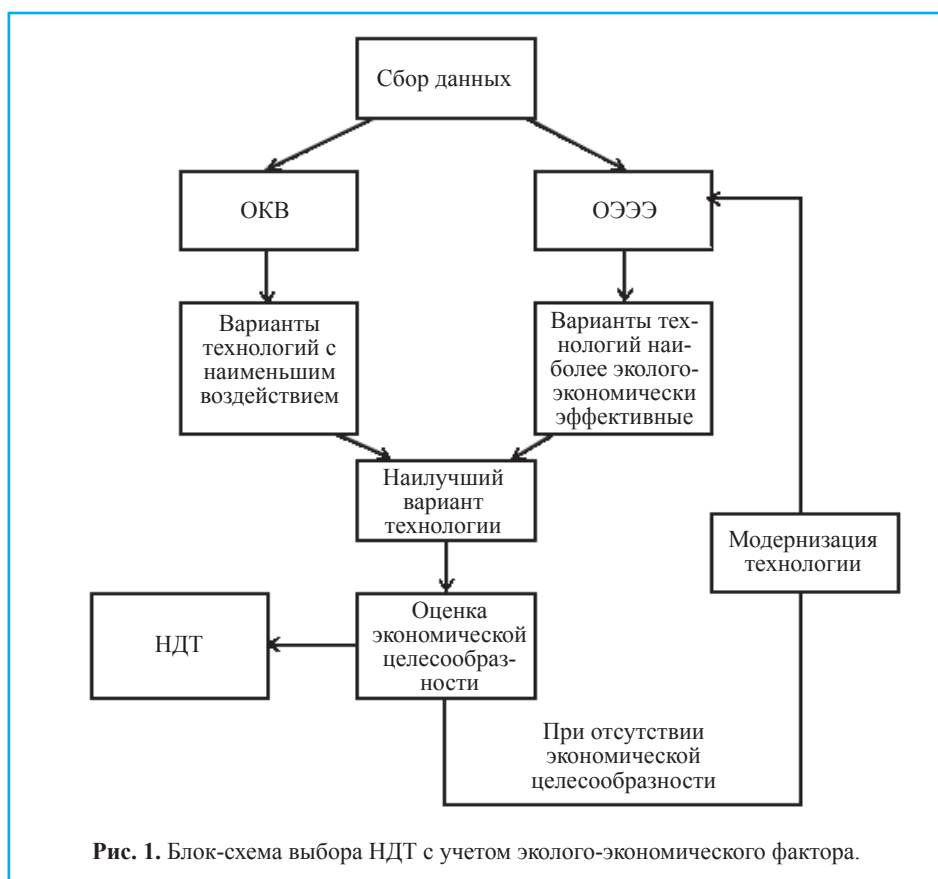
В настоящее время в Российской Федерации активно разрабатываются изменения в законодательство об охране окружающей среды, обеспечивающие внедрение наилучших доступных технологий (НДТ).

При характеристике НДТ необходимо учитывать затраты на внедрение технологий и экономические преимущества, которые дает их использование. Обработка данных о существующих технологиях осуществляется в два параллельных этапа:

- оценка комплексного воздействия (ОКВ);
- оценка эколого-экономической эффективности (ОЭЭЭ).

На рис. 1 приведена блок-схема обоснования НДТ с учетом эколого-экономического фактора, по которой проводится выбор технологии, введение в рекомендательный справочник НДТ и проверка соответствия данной технологии уровню НДТ.

В результате ранжирования НДТ с точки зрения экологической результативности вариант с наименьшим воздействием на окружающую среду, скорее всего, и будет наилучшим при условии обоснования экономической



эффективности [1]. Для оценки эколого-экономической эффективности важно, чтобы информация о затратах, которая может быть получена из различных источников, была объективна собрана и обработана.

По общепринятым методикам учета затрат основными экономическими показателями являются приведенные затраты Π_i (руб/м³·год), представляющие собой сумму текущих издержек и единовременных затрат, приведенных к годовой размерности в соответствии с установленным нормативным коэффициентом эффективности:

$$\Pi_i = \mathcal{E}_i + E_n \cdot K_i, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_i – эксплуатационные затраты по сравниваемым вариантам, руб/м³·год;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

В водоохранной технологии принят $E_n = 0,15$;

K_i – единовременные капитальные затраты по сравниваемым вариантам, руб/м³·год.

Следует признать, что система расчетов в руб/м³ имеет интегральный характер, охватывая все ингредиенты, содержащиеся в сточных водах, но не позволяет увязывать затраты в денежном выражении с качеством очистки.

Для оценки качества воды разработаны комплексные критерии [2]:

– показатель антропогенной нагрузки (ПАН, усл. тыс. м³/тыс. м³). Концентрация аналита, отражающая определенный вид воздействия хозяйствующего субъекта, измеренная в сточной воде, отнесенная к величине соответствующего целевого показателя, представляет собой не что иное, как требуемую кратность разбавления до безвредного содержания;

– потенциал воздействия сточных вод технологии. Концентрация аналита, отражающая определенный вид воздействия хозяйствующего субъекта, измеренная в сточной воде, отнесенная к величине единицы воздействия (вредности – ЕВ) ингредиента (ПВ, ЕВ/тыс. м³).

Выполнен расчет приведенных затрат, характеризующих изменение затрат при сокращении условных объемов воды, требуемой для разбавления сточных вод (ΔПАН) после внедрения НДТ. Назовем данную характеристику приведенными экологическими затратами.

Расчет приведенных экологических затрат (ПЭЗ_г, тыс. руб/усл. тыс. м³·год) производится по формуле:

$$\text{ПЭЗ}_i = \frac{\text{П}_i}{\Delta\text{ПАН}}, \quad (2)$$

где П_г – приведенные затраты, руб/м³·год;

ΔПАН – уменьшение показателя антропогенной нагрузки сточных вод, усл. тыс. м³/тыс. м³.

Данный показатель назван приведенными экологическими затратами, исходя из учета экологичности используемой технологии.

Использование показателя приведенных экологических затрат обеспечивает объективность эколого-экономических процедур сравнения.

Пример обоснования выбора НДТ

Расчет выполнен для сооружений очистки городских сточных вод. В качестве НДТ взяты технологии из Реестра НДТ по очистке сточных вод городов и поселений [3]. К наилучшим доступным технологиям авторы Реестра отнесли следующие технологии.

1. Полная биологическая очистка и обеззараживание (НДТ-1).
2. Биологическая очистка с полным окислением и обеззараживанием (НДТ-2).
3. Полная биологическая очистка с удалением биогенных веществ и обеззараживанием (НДТ-3);
4. Полная биологическая очистка с доочисткой и обеззараживанием (НДТ-4).
5. Полная биологическая очистка с удалением биогенных веществ, глубокой доочисткой и обеззараживанием (НДТ-5).

Этапы эколого-экономического обоснования комплексных допустимых воздействий:

1. Исходные данные (табл. 1).

Таблица 1. Исходные данные качества сточных вод технологий Реестра НДТ

№	Наименование загрязняющего вещества	$C_{вх}$, мг/дм ³	НДТ-1	НДТ-2	НДТ-3	НДТ-4	НДТ-5
			$C_{вых}$, мг/дм ³				
1	Взвешенные вещества	110	15	15	12	8	3
2	ХПК	250	75	60	50	46	18,7
3	Азот аммонийный	18	8	4	1	6	0,39
4	Азот нитритный	–	0,5	0,2	0,1	0,3	0,02
5	Фосфор общий	15	5	5	1,5	4	0,2

Примечание: $C_{вх}$ – концентрация сточных вод до очистки; $C_{вых}$ – концентрация очищенных сточных вод.

Авторы Реестра НДТ по очистке сточных вод городов и поселений определили ориентировочные удельные капитальные затраты технологий при разной производительности (табл. 2).

Таблица 2. Производительность очистных сооружений и величины удельных капитальных затрат на очистку сточных вод по НДТ (в ценах на 01.01.2010)

Производительность очистных сооружений, тыс. м ³ /сут тыс. м ³ /год	Удельные капитальные затраты, руб/тыс. м ³ -год				
	НДТ-1	НДТ-2	НДТ-3	НДТ-4	НДТ-5
$\frac{10}{3650}$	9080	9988	11 985	14 755	17 706
$\frac{25}{9125}$	6955	7650	9180	11 302	13 562
$\frac{50}{18 250}$	5409	5949	7138	8790	10 540
$\frac{100}{36 500}$	4443	4877	5852	7196	8635
$\frac{200}{73 000}$	3864	4250	5070	6279	7534

2. Расчет показателей комплексного воздействия НДТ [2].

Результаты расчета показателей комплексного воздействия сточных вод выполнены по формуле (3) и приведены в табл. 3

$$\Delta\text{ПАН} = \text{ПАН}_{\text{св}} - \text{ПАН}_{\text{осв}}, \quad (3)$$

где $\text{ПАН}_{\text{св}}$ – ПАН сточных вод до очистки, усл. тыс. м³/тыс. м³;

$\text{ПАН}_{\text{осв}}$ – ПАН сточных вод после очистки, усл. тыс. м³/тыс. м³.

Расчет $\Delta\text{ПВ}$ выполнен аналогично (3).

Используя комплексные показатели ПАН, ПВ и $\Delta\text{ПАН}$ и $\Delta\text{ПВ}$ можно оперативно сравнить технологии и выделить лучшие из них (НДТ-3, НДТ-5).

Таблица 3. Сводные данные по расчетам показателей ПАН и ПВ

Вид очистки	$\Sigma\text{ПАН}$, усл. тыс. м ³ /тыс. м ³	$\Delta\text{ПАН}$, усл. тыс. м ³ /тыс. м ³	$\Sigma\text{ПВ}$, ЕВ/тыс. м ³	$\Delta\text{ПВ}$, ЕВ/тыс. м ³
Сточные воды до очистки	173,65		18,90	
НДТ-1	81,76	91,89	5,93	12,97
НДТ-2	55,01	118,64	4,57	14,33
НДТ-3	23,06	150,59	2,39	16,51
НДТ-4	56,98	116,67	4,08	14,82
НДТ-5	1,87	171,78	0,68	18,22

Примечание: полужирным шрифтом выделены наилучшие значения.

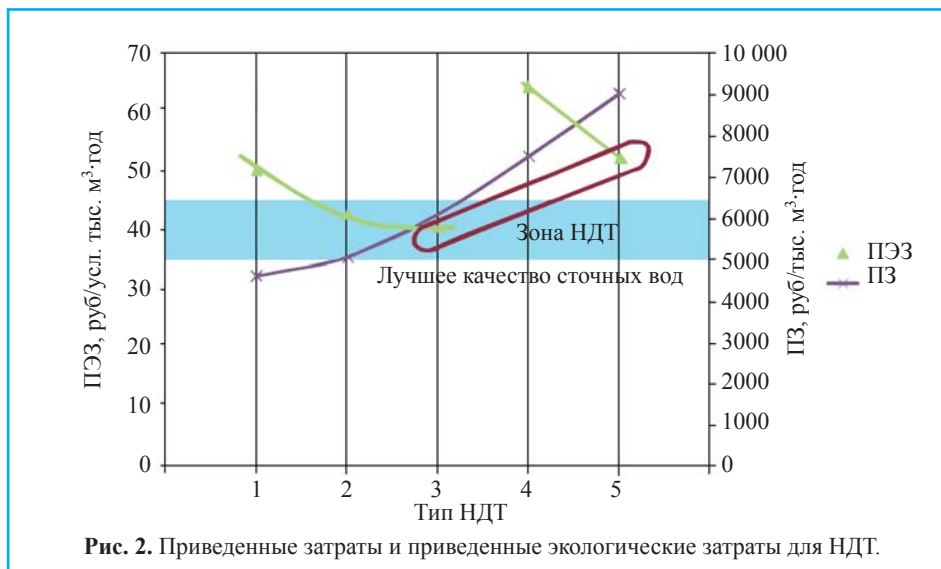


Рис. 2. Приведенные затраты и приведенные экологические затраты для НДТ.

Таблица 4. Значения приведенных затрат и приведенных экологических затрат для технологий

Производительность очистных сооружений, тыс. м ³ /сут	НДТ-1			НДТ-2			НДТ-3			НДТ-4			НДТ-5		
	ПЗ, руб./тыс. м ³ -год	ПЭЗ, руб./усл. тыс. м ³ -год	ПЭЗ, руб./ЕВ-год	ПЗ, руб./тыс. м ³ -год	ПЭЗ, руб./усл. тыс. м ³ -год	ПЭЗ, руб./ЕВ-год	ПЗ, руб./тыс. м ³ -год	ПЭЗ, руб./усл. тыс. м ³ -год	ПЭЗ, руб./ЕВ-год	ПЗ, руб./тыс. м ³ -год	ПЭЗ, руб./усл. тыс. м ³ -год	ПЭЗ, руб./ЕВ-год	ПЗ, руб./тыс. м ³ -год	ПЭЗ, руб./усл. тыс. м ³ -год	ПЭЗ, руб./ЕВ-год
10	4639	50	358	5103	356	43	6123	41	371	7538	509	65	9046	497	53
25	3553	39	274	3908	273	33	4690	31	284	5774	390	49	6929	380	40
50	2763	30	213	3039	212	26	3647	24	221	4491	303	38	5385	296	31
100	2270	25	175	2492	174	21	2990	20	181	3676	248	32	4412	242	26
200	1974	21	152	2171	152	18	2590	17	157	3208	217	27	3849	211	22

Примечание: полужирным шрифтом выделены наименьшие значения ПЭЗ, руб/ЕВ и ПЭЗ, руб/усл. тыс. м³.

3. Расчет приведенных затрат.

Расчет приведенных затрат и приведенных экологических затрат проведен по формулам (1) и (2). Использованы данные табл. 2 с учетом коэффициента индексации цен на 2014 г., равным 1,31. Значения ДПВ и ДПАН взяты из табл. 3.

Полученные рассчитанные значения приведены в табл. 4, куда дополнительно внесены приведенные затраты, рассчитанные общепринятым способом.

На рис. 2 представлены полученные данные для проанализированных технологий при производительности 10 тыс. м³ в сут.

Выделена зона НДТ, в которую попадают показатели технологий, имеющих наиболее эффективные экологические затраты. Аналогичная зависимость выявляется при анализе приведенных экологических затрат, рассчитанных на единицу снимаемого воздействия (руб/ЕВ·год), для различных НДТ.

Таким образом, из данных рис. 2 и табл. 4 следует, что хотя НДТ-1 и самая дешевая технология из группы НДТ-1, НДТ-2 и НДТ-3 (4639 руб/тыс. м³·год), но самая неэкологичная, с максимальным значением приведенных экологических затрат (50 руб/усл. тыс. м³·год).

Из анализа приведенных экологических затрат рассмотренной серии НДТ следует, что:

– затраты на сокращение условного объема воды (тыс. усл. м³·год), необходимые для разбавления сточных вод составляют: после НДТ-3 – 41 руб/усл. тыс. м³·год, в то время как после НДТ-1 – 50 руб/усл. тыс. м³·год, НДТ-2 – 43 руб/усл. тыс. м³·год;

– стоимость удаления 1 единицы вредности из сточных вод после НДТ-3 – 371 руб/ЕВ·год, НДТ-1 – 358 руб/ЕВ·год, НДТ-2 – 356 руб/ЕВ·год.

Из табл. 4 и рис. 2 можно сделать вывод, что при оценке технологий по формальному признаку – качеству сточных вод могут быть выделены наилучшими технологии НДТ-3 и НДТ-5, по приведенным затратам – НДТ-1 и НДТ-2, по комплексным показателям ПАН и ПВ – НДТ-3 и НДТ-5, а по приведенным экологическим затратам наиболее выгодно для очистки сточных вод использовать НДТ-2 и НДТ-3 (табл. 5). Таким образом, с точки зрения эколого-экономической эффективности лучшей технологией является НДТ-3.

Следует отметить, что использование ПАН и ПВ обеспечивает достаточно надежное выявление технологий ранга НДТ. При этом из них следует выделять технологии, обеспечивающие максимальную эффективность снятия загрязняющих веществ на начальных стадиях и при доочистке. Другими словами, НДТ очистки и НДТ с доочисткой. По приведенным экологическим затратам выигрывают первые технологии очистки сточных вод, а технологии с доочисткой должны использоваться только по показаниям состояния качества воды водного объекта.

Таблица 5. Обобщенные выводы о выборе НДТ по разным факторам

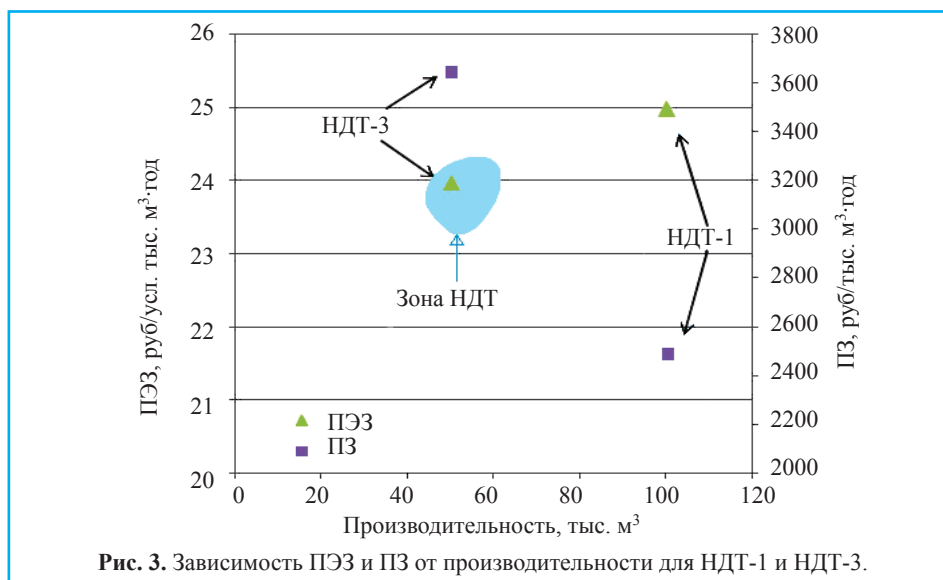
Фактор оценки	Технология, признанная наилучшей
Качество сточных вод	НДТ-3 и НДТ-5
Приведенные затраты	НДТ-1 и НДТ-2
ΔПАН	НДТ-3 и НДТ-5
ΔПВ	НДТ-3 и НДТ-5
Приведенные экологические затраты	НДТ-3 и НДТ-2

Таким образом, использование комплексного показателя ПАН при эколого-экономическом обосновании обеспечивает получение однозначных выводов, формирование необходимых рекомендаций для экспертов и хозяйствующих субъектов.

Данные ПЗ прекрасно ложатся на одну корреляционную кривую линию, в то время как по ПЭЗ выявляются две корреляционные кривые, характеризующие две группы технологии: очистки и доочистки. Причем для технологий с доочисткой как ПЗ, так и ПЭЗ превышают соответствующие значения технологий очистки сточных вод первой группы.

Использование комплексных показателей ПАН и ПВ может обеспечить многосторонний анализ целесообразности использования тех или иных технологий.

Например, известно, что с увеличением производительности очистных сооружений удельные капитальные затраты уменьшаются (табл. 2), но с учетом экологических факторов картина обратная (рис. 3).



Существующая методология экономических исследований в области водопользования в основе своей построена на технико-экономических показателях очистки сточных вод в зависимости от производительности очистных сооружений. При переходе на НДТ и сокращении объемов сточных вод происходит мнимое увеличение общепринятых технико-экономических показателей процесса их очистки.

Выводы

1. Неизбежен пересмотр методологии экономического механизма водопользования. При выборе и обосновании технологий следует оперировать приведенными экологическими затратами.

2. Следующий этап исследований – оценка экономической целесообразности перехода от НДТ-1 к НДТ-3. Экономическая целесообразность перехода с НДТ-1 на НДТ-3 при очистке хозяйственно-бытовых сточных вод очевидна, если стоимость доочистки не превышает ущерб от сброса сточных вод после НДТ-1.

3. Представлена методология укрупненной оценки эколого-экономической эффективности и целесообразности внедрения НДТ с использованием показателя – приведенных экологических затрат.

4. Показано, что наиболее экономически целесообразно вложение средств в технологии, обеспечивающие минимальное значение ПЭЗ при минимальном значении концентрации в очищенной воде или наибольшую эффективность на начальных стадиях процесса очистки сточных вод. В этом отношении особое внимание следует уделять водоохранным мероприятиям, касающимся основной технологии производства и локальной обработки сточных вод.

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.
2. Оболдина Г.А., Сечкова Н.А., Попов А.Н., Поздина Е.А. Методы оценки комплексного воздействия технологий при водопользовании // Водное хозяйство России. 2014. № 2. С. 34–49.
3. Багаев Ю.Г. Наилучшие доступные технологии в очистке коммунальных сточных вод. Режим доступа: <http://lib.convdocs.org/docs/index-145161.html>.

Сведения об авторах:

Касимова Екатерина Мидхатовна, младший научный сотрудник, ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГУП РосНИИВХ), 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23; e-mail: katri-@inbox.ru

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