

УДК 628.31

Гнатюк Екатерина Владимировна,
магистрант кафедры Э и БДЧ ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: Gnatyk60@mail.ru

Прусаков Валерий Михайлович,
профессор кафедры Э и БДЧ ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: vmprusak@yandex.ru

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТАНЦИИ ОЧИСТКИ
СТОЧНЫХ ВОД ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО ГОРОДА СЕВЕРОБАЙКАЛЬСКА**

Gnatyuk E.V., Prusakov V.M.

**THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE WASTEWATER TREATMENT PLANT
OF THE LOCOMOTIVE DEPOT OF THE CITY OF SEVEROBAIKALSK**

Аннотация. Проведен расчёт эколого-экономической эффективности очистных сооружений сточных вод от локомотивного депо города Северобайкальска. Получен существенный экономический и экологический эффект.

Ключевые слова: экономическая эффективность, депо, очистные сооружения, издержки, экономическая прибыль.

Abstract. The analysis of calculations of economic efficiency of wastewater treatment facilities from the locomotive depot of Severobaikalsk.

Keywords: economic efficiency, depots, treatment facilities, costs, economic profit.

Согласно инвестиционной природоохранной программе ВСЖД, в локомотивном депо г. Северобайкальска произведен запуск в эксплуатацию установки по очистке нефте-со-держающих промышленных стоков, образующихся при ремонте и обслуживании локомотивов. Оборудование рассчитано на переработку промстоков объемом до 12 м³ в час. Качество очистки достигает 95-98 %, остаточное содержание нефтепродуктов – до 8 мг/литр.

Основные производственные показатели работы предприятия – техническое обслуживание подвижного состава по циклам ТО-2, текущие ремонты по циклам ТР-1 и ТР-2.

Система технического обслуживания и ремонта включает в себя структуру ремонтного цикла (виды, объемы осмотров и ремонтов, схему их чередования и межремонтные периоды), ремонтные базы, станочное и технологическое оборудование, грузоподъемные машины и механизмы, технологические процессы, испытательные и диагностические устройства [1].

В результате деятельности предприятия образуются хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды. В таблице 1 представлены количество загрязняющих веществ до и после очистки [2].

Таблица 1

Количество загрязняющих веществ в сточных водах до и после очистки

Наименование загрязняющего вещества	Масса загрязнителя, (т/год)	
	До очистки	После очистки
1	2	3
1. Взвешенные вещества	3,75	0,038
2. Хлориды	0,66	0,14
3. Сульфаты	0,45	0,17
4. Фосфаты (по Р)	0,16	0,015
5. Нефтепродукты	0,013	0,00029
6. Азот аммонийный	0,44	0,0048
7. Железо общее	0,008	0,0013

1	2	3
8. Азот нитратный	0,011	0,01
9. Азот нитритный	0,0033	0,00045
10. СПАВ	0,0197	0,00034
11. Сухой остаток	4,46	4,32
12. БПК полное	5,88	0,19

Предприятие оборудовано системой канализаций, предусматривающей отдельный отвод хозяйственно бытовых и промышленных сточных вод. Система канализации ремонтных цехов ТР-1, ТО-2 обеспечивает сбор дренажных сточных вод и отвод на локальные очистные сооружения предприятия.

Качество очистки после прохождения всех ступеней по взвешенным веществам, фосфатам, нефтепродуктам, азоту аммонийному и СПАВам, составляет 95-98 %.

Для оценки эффективности природоохранных мероприятий, направленных на снижение загрязнения окружающей среды,

использовали ряд интегральных характеристик, оценивающих их экономическую результативность [3].

Эти характеристики рассчитываются по совокупности исходных показателей: влияние мероприятия на основной процесс и изменение доходов предприятия – виновника загрязнения, расходы на внедрение и эксплуатацию системы очистки и т.д.

Все издержки, связанные с функционированием проектируемой установки производительностью 11306,47 м³/год, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Издержки, связанные с функционированием установки

Наименование статей затрат	Затраты на год. объем производства, руб.	Уд. вес статей затрат, %
Основные материалы	250 000	9,03
Вспомогательные материалы	20 000	4,34
Заработная плата	1 320 000	47,70
Единый социальный налог	396 000	14,31
Расход на эл. энергию	52 407,56	1,89
Расходы на фильтрующие материалы	275 000	9,94
Расходы на коагулянты, регуляторы кислотности	75 000	2,71
Амортизационные исчисления	197 860	7,15
Расходы на содержание эксплуатации оборудования	45 056	1,63
Затраты на прочие денежные расходы	35 750	1,29
Итого издержки	2 767 073,56	100

Капитальные вложения (единовременные издержки при внедрении системы очистки), руб. [4]:

$$K = Z_{\text{вн}} + Z_{\text{тер}} + Z_{\text{обор}} + Z_{\text{рес}}, \quad (1)$$

где $Z_{\text{вн}}$ – затраты на проектирование, разработку и внедрения системы очистки;

$Z_{\text{тер}}$ – затраты на отчуждение территорий для размещения систем очистки (не предусмотрены);

$Z_{\text{обор}}$ – затраты на изменения оборудования основного производства;

$Z_{\text{рес}}$ – плата за природные ресурсы, безвозвратно теряемые и возвращаемые в хозяйственную деятельность при списании оборудования системы очистки (не предусмотрены).

Результаты расчета капитальных вложений представлены в таблице 3.

Результаты расчета капитальных вложений

Направление использования капитальных вложений	Сметная стоимость, руб.
Проектирование и строительство здания	1 409 964
Приобретение и монтаж оборудования	4 090 036
Итого капитальные вложения составят:	5 500 000

Эколого-экономический ущерб от загрязнения окружающей среды при отсутствии внедряемого природоохранного мероприятия за предполагаемый период его действия (с учетом дисконтирования в предположении о неизменности банковской ставки), руб. [4]:

$$E_{\text{пот}}^0 = u_{\text{эк}}^0 \sum_i^T (1+k)^{-t}, \quad (2)$$

где $\sum_i^T (1+k)^{-t} = \frac{1-(1+k)^{-T}}{k}, \quad (3)$

$u_{\text{эк}}^0$ – годовой экономический ущерб от загрязнения до внедрения мероприятия;

k – коэффициент дисконтирования (0,12);

T – период действия внедряемого мероприятия, лет ($T = 5$ лет).

$$E_{\text{пот}}^0 = 50\,894,73 \cdot \frac{1 - (1 + 0,12)^{-5}}{0,12} = 183\,372,78 \text{ руб.}$$

Экономическая оценка ущерба от сброса сточных вод после внедрения природоохранного мероприятия за предполагаемый период его действия (с учетом дисконтирования в предположении о неизменности банковской ставки), руб.:

$$E_{\text{пот}}^I = u_{\text{эк}}^I \cdot \frac{1-(1+k)^{-T}}{k}, \quad (4)$$

где $u_{\text{эк}}^I$ – годовой эколого-экономический ущерб от сброса после внедрения мероприятия:

$$E_{\text{пот}}^I = 2454,04 \cdot \frac{1 - (1 + 0,12)^{-5}}{0,12} = 8846,82 \text{ руб.}$$

Предотвращенный экологический ущерб от загрязнения окружающей среды составляет 174525,96 руб. за предполагаемый период действия очистных сооружений, а эффективность очистки – 95,2 %.

Общие экономические потери при внедрении природоохранного мероприятия с учетом дисконтирования, рассчитываются по формуле:

$$E_{\text{пот}}^{\text{Об}} = (u_{\text{эк}}^1 + i) \frac{1-(1+k)^{-T}}{k} + K, \quad (5)$$

где $u_{\text{эк}}^1$ – годовой экономический ущерб от загрязнения после внедрения мероприятия;

i – годовые издержки, связанные с функционированием природоохранного мероприятия ($i = 2767073,56$ руб./год);

k – коэффициент дисконтирования (0,12);

T – период действия внедряемого мероприятия, лет ($T = 5$ лет);

K – капитальные вложения ($K = 5500\,000$ руб./год).

$$E_{\text{пот}}^{\text{Об}} = (2454,04 + 2\,767\,073,56) \cdot \frac{1 - (1 + 0,12)^{-5}}{0,12} + 5\,500\,000 = 15\,484\,174 \text{ руб.}$$

Дополнительный доход (P) в результате внедрения мероприятия за весь период его действия с учетом дисконтирования определяется по формуле:

$$P = P_1 \cdot \frac{1-(1+k)^{-T}}{k}, \quad (6)$$

где P_1 – годовой дополнительный доход от внедрения мероприятия (дополнительная прибыль в основном производстве, экономия платы за загрязнение), руб./год;

k – коэффициент дисконтирования (0,12);

T – период действия внедряемого мероприятия, лет ($T = 5$ лет).

Для расчета годового дополнительного дохода (P_1) выполняется расчет платы за сбросы в окружающую среду до и после внедрения мероприятия.

Плата за негативное воздействие на окружающую среду является формой компенсации ущерба, наносимого загрязнением окружающей природной среде, и перечисляется предприятиями, учреждениями, организациями в бесспорном порядке. Плата за сбросы вычисляется по формуле:

$$P = (\sum_{i=1}^n M_{\text{исбр}} \cdot H_{\text{исбр}}) \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{ср}}, \quad (7)$$

где $M_{\text{исбр}}$ – сброс веществ, т/год;

$H_{\text{исбр}}$ – норматив платы, руб./т;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент для территорий и объектов, находящихся под особой охраной, в т.ч. Байкальская природная территория, равный 2;

$K_{ср}$ – коэффициент, применяемый к ставке платы за объем или массу сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, превышающих установленные разрешения на сброс загрязняющих веществ в водные объекты, равный 25.

Результаты расчета платы за сбросы до и после внедрения мероприятия приведены в таблицах 4 и 5.

Экономия платы за загрязнения составила: $187947,5 - 474,0 = 187473,5$ руб. / год.

Дополнительная прибыль предприятия составила 4 255 956,25 руб./год.

Следовательно, годовой дополнительный доход предприятия составил:

$P_1 = 187473,5 + 4255956,25 = 4443429,75$ руб./год.

Таблица 4

Расчет платы за сбросы до внедрения мероприятия

Наименование загрязняющего вещества	Масса сбросов вещества, т/год	Базовый норматив платы за 1 т в ценах 2017 г., руб.	Коэффициенты		Плата за сбросы, руб./год
			$K_{пр}$	$K_{ср}$	
1. Взвешенные вещества	3,75	977,2	2	25	183 225
2. Хлориды	0,66	2,4			3,16
3. Сульфаты	0,45	6			5,4
4. Фосфаты (по Р)	0,16	3679,3			1177,36
5. Нефтепродукты	0,013	14711,7			382,50
6. Азот аммонийный	0,44	1190,2			104,72
7. Железо	0,008	5950,8			95,13
8. Азот нитратный	0,011	14,9			0,01
9. Азот нитритный	0,0033	7439			45,10
10. СПАВ	0,0197	1192,3			46,98
11. Сухой остаток	4,46	0,5			4,46
12. БПК полное	5,88	243			2857,68
Итого плата за сбросы загрязняющих веществ в водоем					187947,5

Таблица 5

Расчет платы за сбросы после внедрения мероприятия

Наименование загрязняющего вещества	Масса сбросов вещества, т/год	Базовый норматив платы за 1 т в ценах 2017 г., руб.	Коэффициент $K_{пр}$	Плата за сбросы, руб./год
1. Взвешенные вещества	0,038	977,2	2	74,27
2. Хлориды	0,14	2,4		0,672
3. Сульфаты	0,17	6		2,04
4. Фосфаты (по Р)	0,015	3679,3		110,379
5. Нефтепродукты	0,00029	14711,7		8,53
6. Азот аммонийный	0,0048	1190,2		11,43
7. Железо	0,0013	5950,8		154,72
8. Азот нитратный	0,24	14,9		7,152
9. Азот нитритный	0,00045	7439		6,6951
10. СПАВ	0,00034	1192,3		0,81
11. Сухой остаток	4,96	0,5		4,96
12. БПК полное	0,19	243		92,34
Итого плата за сбросы загрязняющих веществ				474,0

Дополнительный доход в результате внедрения мероприятия за весь период его действия составит [5]:

$$4443429,75 \cdot \frac{1-(1+0,12)^{-5}}{0,12} = 16018564,26 \text{ руб.}$$

Дополнительный доход может превысить экономические потери от внедрения мероприятия на сумму:

$$16018564,26 - 15484174 = 534390,26 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости проекта при получаемой прибыли 4 255 956,25 руб./год с установленного оборудования составит 4 года.

Таким образом, внедрение установки по очистке нефтесодержащих промышленных стоков, вторичное их использование и другие природоохранные меры дают положительный экономический и экологический эффект.

Внедрение этих мер существенно снижает вклад сточных вод локомотивном депо г. Северобайкальска в загрязнение водного бассейна озера Байкал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Условия приема загрязняющих веществ в сточных водах абонентов, отводимых в сети канализации Северобайкальского территориального участка Восточно-Сибирской Дирекции по тепловодоснабжению - структурного подразделения Центральной дирекции по тепловодоснабжению - филиала ОАО «РЖД»
2. Алексеев, Л. С. Контроль качества воды. - М.: ИНФРА-М, 2004. - 159 с.
3. Семёнова И.В. Промышленная экология: учеб. пособие для студ. ВУЗов / И.В. Семёнова. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 528 с.
4. Методические рекомендации по расчету количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов МДК 3-01.2001. Утверждены приказом Госстроя России от 06.04.2001 № 75.
5. Филиппова Т.М., Катульский Ю.Н. Учебно-методическое пособие «Выпускная квалификационная работа по специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»»: АнГТУ, 2009 г. – 55 с.