

Р.Н. ВОСТРОВА, Т.Г. ВАСЮК, А.А. БАРОНКИНА

## ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ ПО СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*УО « Белорусский государственный университет транспорта»,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
[vostrova@tut.by](mailto:vostrova@tut.by)*

*Целесообразность вложений в строительство новых, модернизацию и реконструкцию существующих сооружений по очистке сточных вод должна базироваться на современных методах анализа и расчета эффективности инвестиций, социальных, экологических и других последствий строительства и эксплуатации этих объектов.*

Традиционными методами оценки экономической эффективности проектов является расчет срока окупаемости, определение экономического эффекта от внедрения мероприятий. Выбор инженерных решений основан на методе сравнительной экономической эффективности по показателю приведенных затрат.

Методика определения стоимости жизненного цикла (*LCC – Life Cycle Cost*) [1] позволяет провести полноценный анализ эффективности. Цель методики *LCC* – выбор наиболее эффективного инвестиционного проекта из ряда предложенных при минимальной суммарной стоимости этапов жизненного цикла за длительный период. Анализ

LCC помогает оценить затраты, основанные на общей стоимости, а не на первоначальной стоимости оборудования и строительно-монтажных работ, поскольку сумма расходов по эксплуатации значительно превосходит стоимость приобретения оборудования в период закупки.

Идея анализа жизненного цикла продукции впервые была реализована для решения практических задач, связанных с охраной окружающей среды, в конце 60-х годов прошлого столетия. Особенностью анализа стала количественная оценка воздействий на окружающую среду, связанная с потреблением различных видов ресурсов и с эмиссией загрязняющих веществ.

В настоящее время экономическая составляющая при принятии решения по реконструкции или модернизации очистных сооружений с целью повышения эффективности очистки сточных вод приобретает важное стратегическое значение с точки зрения анализа затрат на протяжении жизненного цикла их службы. К этапам жизненного цикла очистных сооружений можно отнести: технико-экономическое обоснование строительства или реконструкции, проектирование, строительство, монтаж, пусконаладку, эксплуатацию, возможную реконструкцию и ликвидацию.

На практике расчет *LCC* может иметь сложности, связанные с поиском расчетных данных. В первую очередь необходимо определить критерии для выбора технологии очистки, энергоэффективного оборудования и материалов.

Критерий стоимости строительно-монтажных и пуско-наладочных работ – зависит от конструктивных особенностей сооружений и оборудования, наличие средств автоматизации.

Критерий затрат на сервисное обслуживание зависит от необходимости присутствия обслуживающего персонала, постоянного контроля внесения реагентов.

Энергопотребление зависит от системы подачи воздуха в аэротенк и сложности автоматики. При эксплуатации очистных сооружений конструктивные элементы выходят из строя – разрушение железобетона лотков, образование дефектов, нарушающих нормальную эксплуатационную работу сооружения; например, нарушение торкретного слоя и т. д.

Возрастание эксплуатационных затрат в течение жизненного цикла очистных сооружений в период физического и морального износа также снижает экономическую эффективность.

Для оценки физического износа требуется детальное обследование конструктивных элементов сооружений с использованием современных методик, приборов и инженерного расчёта остаточной несущей способности очистных сооружений.

Наиболее сложно оценить эксплуатационные расходы из-за большого числа влияющих на них факторов. Однако именно они порой составляют основную часть затрат *LCC*.

Расходы на электроэнергию могут составлять до 70 % от общих затрат при эксплуатации сооружений. Например, согласно исследованиям специалистов компании GRUNDFOS, ведущего мирового производителя насосного оборудования, затраты на ремонт и техническое обслуживание, приобретение и электроэнергию для крупных канализационных насосов распределяются следующим образом (рисунок 1).

В настоящее время выбор заказчика направлен на малозатратные проекты. Цель анализа *LCC* – показать заказчику и инвестору выгодность более дорогого инвестиционного проекта, при осуществлении которого заказчик несет наименьшие затраты в течение длительного срока эксплуатации, а проектировщик, производитель и подрядчик имеют большие доходы путем реализации более надёжной и экономичной технологии, сооружений и оборудования.

Расчет *LCC* очистных сооружений должен охватывать продолжительный период времени эксплуатации строительно-монтажных конструкций до 50 лет. При этом необходимо учитывать фактор инфляции и увеличение стоимости оборудования и строительной части сооружений.



5% – ремонт и техническое обслуживание; 85% – электроэнергия; 10% – покупка и установка

**Рисунок 1 - Распределение затрат за время эксплуатации насосного оборудования**

Формула расчета затрат  $LCC$  имеет следующий вид [2]

$$LCC = K_c + K_o + \sum_1^T \mathcal{E}_t (1+r)^t - A_{ct} - \sum_1^n A_{ot_n} + \sum_1^n K_{ot_n} (1+r)^{t_n}, \quad (1)$$

где  $K_c$  – стоимость строительства зданий и сооружений, евро;

$K_{ot_n}$  – стоимость технологического оборудования на  $t_n$ -й год срока эксплуатации, соответствующий  $n$  – периоду замены оборудования, евро;

$K_o$  – первоначальные инвестиции на оборудование, евро;

$\mathcal{E}_t$  – годовые эксплуатационные затраты в  $t$ -году, евро;

$T$  – срок эксплуатации (жизненного цикла), лет;

$T_c$  – срок эксплуатации строительных конструкций, лет;

$T_o$  – срок эксплуатации оборудования, лет;

$n$  – количество периодов замены оборудования за расчетный срок эксплуатации сооружений;

$r$  – процентная ставка, равная ставке рефинансирования.

Годовые эксплуатационные затраты с учетом НДС

$$\mathcal{E} = C_\varepsilon + C_{кр} + C_p + C_z, \quad (2)$$

где  $C_\varepsilon$  – затраты на электроэнергию, евро;

$C_{кр}$  – заработанная плата обслуживающего персонала, евро;

$C_p$  – затраты на реагенты, евро.

Амортизационные отчисления на строительные сооружения –  $A_{ct}$  с учетом индексации стоимости сооружений

$$A_{ct} = \sum_1^T \frac{K_c}{T} (1+r)^t. \quad (3)$$

Амортизационные отчисления на оборудование

$$A_{ot_n} = \sum_1^{T_{o_n}} \frac{K_{ot_n}}{T_{o_n}} (1+r)^{t_n}. \quad (4)$$

Анализ  $LCC$  нескольких вариантов реконструкции можно производить с учетом предлагаемых технологий очистки и сооружений. Показатель  $LCC$  своевременен и важен. Целесообразность его использования определяется следующими задачами [3]:

- оптимизацией инвестиционных и эксплуатационных затрат;
- технико-экономической основой тендерных предложений различного уровня техники;
- учетом исходных к.п.д. оборудования, как элементов затрат;
- учетом качества используемого оборудования, как элементов затрат.

Реконструкция действующих объектов биологической очистки более выгодна с точки зрения внедрения новых технологий, рассчитанных на удаление биогенных элементов, потому что доля капитальных затрат на общестроительные работы существенно превышает все остальные ежегодные эксплуатационные расходы.

### Список литературы

1 Pump Life Cycle Costs: A Guide to LCC Analysis for Pumping Systems. Executive Summary. Office of Industrial Technologies U.S. Department of Energy, Hydraulic Institute, Europump, 2006 г.

2 Гуринович, А.Г. Применение методик *LCC* для оценки эффективности инвестиционных проектов / А.Г. Гуринович. – Водоснабжение и санитарная техника. – № 9. – 2016.

3 Баженов, В.И. Экономический анализ современных систем биологической очистки сточных вод на базе показателя – затраты жизненного цикла (*LIFE CYCLE COST*) / В.И. Баженов, Н.А. Кривошекова // Водоснабжение и канализация. – № 1. – 2009.

*R.N.VOSTROVA, T.G. VASYUK, A.A. BARONKINA*

### ***ASSESSMENT OF COST EFFICIENCY OF PROJECTS ON THE LIFE CYCLE COST OF TREATMENT FACILITIES***

*Feasibility of investments in a construction new, upgrade and reconstruction of the existing constructions on sewage treatment shall be based on modern methods of the analysis and calculation of investment soundness, social, ecological and other consequences of a construction and operation of these objects.*