

## Технико-экономическое сравнение вариантов водоотводящих систем

Теплых Светлана Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение»;  
Горшкалев Павел Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение»;  
Юров Сергей Сергеевич, магистрант кафедры «Водоснабжение и водоотведение»;  
Юрова Анна Олеговна, магистрант кафедры «Водоснабжение и водоотведение»  
ФГБОУВО «Самарский государственный архитектурно-строительный университет».

**Ключевые слова:** технико-экономический расчёт, водоотводящие системы, экологические аспекты.

На сегодняшний день существует множество населённых пунктов, расположенных вблизи больших городов. В них существует ряд проблем, связанных с водоотведением. Выбор того или иного варианта системы водоотведения во многом зависит от экономической и экологической составляющих. В данной работе нас интересует выбор наиболее рационального проектного решения при эксплуатации сетей и сооружений, поэтому сравниваем 2 варианта развития систем водоотведения: постройка своих очистных сооружений и систем водоотведения для малого населённого пункта, либо сброс сточных вод на городские очистные сооружения большого города.

Для анализа данной ситуации предлагаем выполнить расчёт технико-экономических показателей, влияющих на конечную стоимость. Существуют различные методики расчёта для сравнения различных вариантов проектных решений, вот некоторые из них: методические рекомендации по технико-экономическому сравнению вариантов дорожных одежд; методика расчёта и показатели себестоимости пробега и простоя автотранспортных средств; методика расчёта технико-экономического сравнения вариантов проектных решений при проектировании городских водопроводов; методика технико-экономического сравнения вариантов водоотводящих систем; методика расчёта технико-экономического анализа систем теплоснабжения. В нашем случае, мы применяем методику технико-экономического сравнения вариантов водоотводящих систем. Как правило, при проектировании систем водоотведения можно разработать сразу несколько проектных решений, которые, в общем, будут приблизительно одинаковы по техническим показателям. Для выбора самого экономичного проектного решения производится сравнение их технико-экономических показателей [1], таких как: производительность (суточная и годовая), протяженность трассы коллекторов, общая длина трубопроводов, стоимость строительства, годовые эксплуатационные расходы, себестоимость  $1 \text{ м}^3$  воды, численность персонала, годовая потребность в электроэнергии и в тепловой энергии, продолжительность строительства, приведенные затраты и затраты на  $1 \text{ м}^3$  годовой производительности.

Одним из основных экономических показателей являются годовые приведенные затраты. По каждому рассматриваемому варианту эти затраты определяются по формуле:

$$П = С + E_n K, \quad (1)$$

где  $С$  – годовые эксплуатационные затраты по данному варианту,

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,

$K$  – капитальные вложения.

Годовые эксплуатационные затраты складываются из отдельных статей затрат:

$$C = C_{\text{реаг}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{эл}} + C_T + C_{\text{ам}} + C_B + C_{\text{р}} + C_{\text{пр}} + C_K \quad (2)$$

где  $C_{\text{реаг}}$  – стоимость реагентов,

$C_{\text{зп}}$  – заработная плата персонала, тыс.руб;

$C_{\text{эл}}$  – стоимость электроэнергии, тыс.руб;

$C_T$  – стоимость тепловой энергии, тыс.руб;

$C_{\text{ам}}$  – амортизационные отчисления, тыс.руб;

$C_B$  – стоимость воды на собственные нужды, тыс.руб;

$C_{\text{р}}$  – затраты на текущий ремонт, тыс.руб;

$C_{\text{пр}}$  – прочие расходы, тыс.руб;

$C_K$  – затраты на капитальный ремонт, тыс.руб.

Для систем водоснабжения и канализации нормативный коэффициент  $E_n$  принимается равным 0,16. Этот коэффициент представляет собой обратную величину срока окупаемости построенного объекта.

Наиболее предпочтительным является вариант, у которого приведенные затраты – наименьшие.

При выборе наилучшего проекта системы водоотведения населенного пункта, кроме учета технико-экономических показателей, необходимо принимать во внимание ущерб, который будет наноситься окружающей среде при эксплуатации сетей и сооружений. В данном случае речь идет о загрязнении водных объектов бытовыми, дождевыми и производственными стоками. Степень загрязненности зависит, прежде всего, от эффективности работы очистных сооружений, однако немалое значение имеет и техническое решение самой водоотводящей системы. Например, в случае полной раздельной системы весь поверхностный сток может сбрасываться в водоем без очистки, в общесплавной системе во время сильных дождей сбрасывается смесь дождевых и бытовых стоков, а в полураздельной системе в водоем попадают только наименее загрязненные дождевые воды.

Ущерб от загрязнения водных источников представляет собой часть теряемого обществом национального дохода, выступающего в стоимостной и натурально-вещественной форме, как в сфере материального производства, так и в сфере обслуживания [2]. В сферах материального производства и обслуживания потери трудовых затрат, материальные и финансовые ресурсы, связанные с ликвидацией последствий загрязнения водных объектов, определяются следующими основными факторами: увеличением расходов на подготовку воды для питьевого, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения; снижением продуктивности рыбного хозяйства; падением производительности сельского и лесного хозяйства; увеличением расходом в связи с переносом или ликвидацией водозаборов; недобором промышленной и сельскохозяйственной продукции в связи с увеличением заболеваемости трудящихся; ростом

расходов на восстановление природного состояния водоемов; увеличением расходов на санитарное обслуживание населенных пунктов и мест массового отдыха; увеличением расходов на медицинское обслуживание в связи с увеличением заболеваемости населения.

Для оценки экономического эффекта от природоохранных мероприятий следует руководствоваться типовой методикой. Для этого необходимо сначала рассчитать экономический ущерб от сброса в водный объект загрязненных сточных вод:

$$U = 400 \sigma_k M_i \quad (3)$$

где  $\sigma_k$  – географическая константа, принимаемая по таблице 1 из Методики,

$M$  – приведенная масса годового сброса примесей источником загрязнения:

$$M = \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_i \quad (4)$$

где  $N$  – общее число примесей, сбрасываемых объектом,

$A_i$  – показатель относительной опасности  $i$ -ого вещества, присутствующего в стоках,

$m_i$  – общая масса годового сброса  $i$ -ого вещества.

Для каждого загрязняющего вещества показатель относительной опасности сброса определяется по формуле:

$$A_i = 1/PDK_i \quad (5)$$

где  $PDK_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -ого вещества в воде водных объектов, используемых в рыбохозяйственных целях (т.е. предназначенных для разведения пород рыб или других водных организмов).

Общая масса годового сброса  $i$ -ой примеси определяют

#### Литература:

1. Методика выбора показателей для оценки надежности сложных технических систем / Госкомстандарт СМ СССР, ВНИИ стандартизации. М.: Изд-во стандартов, 1977.

2. Стрелков А.К., Гриднева М.А. Техничко-экономический и экологический анализ эффективности технических решений по защите водотоков от загрязнений. Материалы 64-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР университета за 2006 год, 2007 – 438 с.

по формуле:

$$m_i = K_i \mu W, \quad (6)$$

где  $K_i$  – концентрация  $i$ -ого загрязняющего компонента в сточных водах,

$W$  – годовой объем сточных вод.

Если имеются несколько источников загрязнения, то ущерб от них складывается.

Следующий этап – рассчитывается предотвращаемый экономический ущерб, как разница между ущербами до и после проведения природоохранных мероприятий ( $Y_1$  и  $Y_2$ ):

$$Y_{np} = Y_1 - Y_2 \quad (7)$$

Затем можно сосчитать предотвращаемый экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{np} = Y_{np} - \Pi, \quad (8)$$

где  $\Pi$  – годовые приведенные затраты на осуществление природоохранных мероприятий.

Общая (абсолютная) экономическая эффективность природоохранных затрат определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_s = \mathcal{E}_{np} / \Pi. \quad (9)$$

В некоторых случаях для оценки определяется общая (абсолютная) эффективность капитальных вложений:

$$\mathcal{E}_a = (\mathcal{E}_{np} - C) / K, \quad (10)$$

где  $C$  – эксплуатационные расходы,

$K$  – капитальные вложения.

Благодаря данному технико-экономическому расчету мы производим выбор самого экономичного проектного решения с учётом ущерба, который будет наноситься окружающей среде при эксплуатации сетей и сооружений.