

## АНАЛИЗ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ

ЩЕНИНА Анастасия Анатольевна

студент магистратуры

ФГБОУ ВО «Ижевск государственный технический университет им. М.Т. Калашникова»  
г. Ижевск, Удмуртская республика, Россия

*В данной статье рассмотрена проблема выбора методики оценки эффективности строительства сооружений водоподготовки в зависимости от технологических процессов очистки воды.*

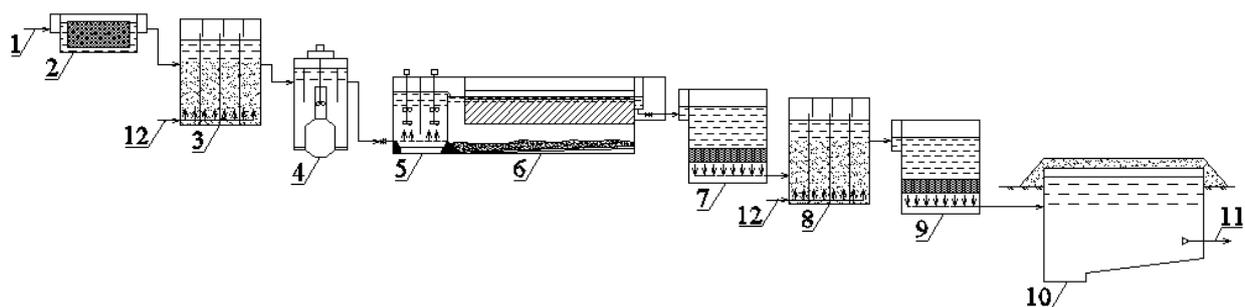
**Ключевые слова:** методика, эффективность, водоподготовка, озонирование, инвестиционный проект, строительство.

Ужесточение контроля водоподготовки государством, диктует необходимость строительства новых очистных сооружений водоподготовки. В данных условиях руководству предприятия муниципалитета требуется выбрать тот проект, который обеспечит заявленные качественные характеристики очищенной воды. В этой связи анализ методик оценки эффективности строительства сооружений водоподготовки становится актуальным.

**Методика оценки эффективности использования средств федерального бюджета, направляемых на капитальные вложения №167.** Данной методикой осуществляется оценка эффективности исполь-

зования средств федерального бюджета, в форме капитальных вложений, для инвестирования в социально значимые проекты. Методика производит оценку эффективности инвестиционного проекта по количественным и качественным показателям.

Объектом исследования является технологическая схема очистки и обеззараживания мутных и цветных, природных вод, содержащих антропогенные примеси, для сооружений станции водоподготовки производительностью 150 000 м<sup>3</sup>/сут., обеспечивающей очистку природной воды. По данной технологической схеме был разработан проект новых очистных сооружений водоподготовки (рисунок 1).



*Рисунок 1. Технологическая схема очистки и обеззараживания мутных и цветных вод, содержащих антропогенные примеси:*

- 1 – подача исходной воды; 2 – микрофильтр; 3 – контактный резервуар первичного озонирования;  
4 – механический смеситель; 5 – встроенная камера хлопьеобразования; 6 – тонкослойный отстойник;  
7 – скорый фильтр; 8 – контактный резервуар вторичного озонирования; 9 – сорбционный фильтр; 10 – РЧВ;  
11 – поводящий трубопровод к НС II; 12 – ввод озона-воздушной смеси.

Оценка эффективности строительства сооружения водоподготовки осуществляется на основе следующих качественных кри-

териев:

1. Основные цели инвестиционной программы сооружения подготовки воды: уве-

личение срока службы сооружений подготовки воды; повышение качества хозяйственной питьевой воды; сохранение, создание новых рабочих мест; соответствие содержания вредных примесей предельно допустимой концентрации.

2. Данный инвестиционный проект соответствует приоритетам и целям, программ социально-экономического развития РФ. В России обеспечение населения доброкачественной питьевой водой является одной из социально значимых проблем.

3. Мероприятие – строительство новых очистных сооружений природной воды. Результатом мероприятия является достижение требуемых показателей качества воды, определяемого физико-химическими и бактериологическими показателями и требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01.

4. Работающее оборудование физически и морально устарело. Сложившиеся ситуация создает определенные проблемы в обеспечении питьевой воды необходимого качества (таблица 1).

Таблица 1

### ПРОЦЕНТ ИЗНОСА СООРУЖЕНИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ

Наименование сооружений подготовки питьевой воды	Год ввода в эксплуатацию	Проектная производительность тыс. м <sup>3</sup> /сут.	Износ по состоянию на 01.01.20 г., %	
			Сооружений	Оборудования
СПВ «Кама-Ижевск»	1974	185	57,56	83,87
СПВ «Пруд-Ижевск», ВУ-1,2	1964	100	75,90	56,50

5. Централизованное водоснабжение населения и предприятий города Ижевска осуществляется от станций подготовки воды, представленных в таблице 1. Существующие сооружения водоподготовки не достаточно эффективны, что приводит к ухудшению качества воды, которая в свою очередь поступает потребителю.

6. Целесообразность использования при реализации инвестиционного проекта сооружений подготовки воды прописанных строительных решений, обуславливается улучшением качества воды, соответствующего нормам.

Расчет оценки эффективности производится по следующей формуле (1):

$$Ч_1 = \sum_{i=1}^{K_1} \bar{b}_{1i} \frac{100\%}{K_1 - K_{1нп}}, \quad (1)$$

где  $\bar{b}_{1i}$  – балл оценки  $i$ -ого качественного критерия;  $K_1$  – общее число качественных критериев;  $K_{1нп}$  – число критериев, неприемлемых к проекту.

$$Ч_1 = 6 \cdot \frac{100}{11-5} = 100 \%$$

Значения баллов по каждому критерию приведены в методике № 167.

Оценка эффективности строительства сооружений водоподготовки производится по следующим количественным критериям:

1. Количественные показатели, характеризующие цель и результат реализации проекта представлены в таблице 2.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Объект капитального строительства	Результаты проекта
СПВ «Кама-Ижевск» Мощность 150 тыс. куб. м/сут.	I. Сохранение и создание новых рабочих мест, единицы.
	II. Улучшение качества питьевой воды специальными методами обработки воды: 1. Для устранения повышенной цветности и мутности природной воды производится ее обработка коагулянтом – сернокислым алюминием. 2. Для осветления и обесцвечивания воды, используется флокулянт – праестол 650 TR. 3. Для обеззараживания воды используем гипохлорит натрия. Хлорирование производится в две ступени. 4. Для удаления органических веществ и снижения привкусов и запахов применяем перманганат калия. 5. Очистка воды озоном используется для того, чтобы обеззаразить и обесцветить воду, удалить из нее посторонние привкусы и запахи.
	III. Соответствие концентрации вредных веществ предельно допустимой концентрации.

2. При реализации плана строительства новых очистных сооружений водоподготовки в г. Ижевске для выполнения всех намеченных мероприятий необходимо 91 567 517 руб. (в ценах 2020 г. и без НДС).

3. При определении потребности в воде на перспективу основывается из необходимости ресурсного обеспечения населения питьевой водой, надлежащего качества, численностью на 2020 год 648 213 человек. Максимальная суточная потребность города Ижевска, составляет 304 тыс. куб. м/сут. На сегодняшний день, при всех действующих очистных сооружениях, проектная мощность по питьевой воде составляет 252 тыс. куб. м/сут.

4. На территории, предлагаемой для строительства новых сооружений водоподготовки, уже существуют все виды инженерной и транспортной инфраструктуры.

Оценка эффективности на основе количественных критериев рассчитывается по следующей формуле (2):

$$Ч_2 = \sum_{i=1}^{K_2} b_{2i} \cdot p_i, \quad (2)$$

где  $b_{2i}$  – балл оценки  $i$ -ого количественного критерия;  $p_i$  – весовой коэффициент  $i$ -ого количественного критерия, %.

Значения баллов по каждому критерию

приведены в методике № 167.

Оценка эффективности рассчитывается по формуле (2):

$$Ч_2 = 4 \cdot 20 = 80 \%$$

Интегральная оценка определяется по следующей формуле (3):

$$Э_{\text{инт}} = Ч_1 \cdot 0,2 + Ч_2 \cdot 0,8, \quad (3)$$

где  $Ч_1$  – оценка эффективности на основе качественных критериев;  $Ч_2$  – оценка эффективности на основе количественных критериев; 0,2 и 0,8 – весовые коэффициенты оценок эффективности.

$$Э_{\text{инт}} = 100 \cdot 0,2 + 80 \cdot 0,8 = 84 \%$$

Результатом методики оценки эффективности является значение интегральной оценки – 84 % (70 % минимальное значение), которое свидетельствует об эффективности инвестиционного проекта и целесообразности его финансирования полностью или частично за счет средств федерального бюджета.

#### Методика оценки эффективности инвестиционных проектов № 477

Методика предназначена для определения оценки эффективности инвестиционного проекта с целью определения привлекательности для возможных участников и поисков источников финансирования.

Определение эффективности осуществляется при помощи специальных показателей, таких как чистый доход, чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, потребность в дополнительном финансировании, индексы доходности затрат и инвестиций, срок окупаемости [1].

Чистый дисконтированный доход рассчитывается по формуле (4):

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^N (R_t - Z_t) \alpha_t - \sum_{t=0}^N K_t \alpha_t, \quad (4)$$

где  $R_t$  – выручка от реализации продукции без НДС и акцизов;  $Z_t$  – затраты на  $t$  шаге расчета;  $K_t$  – капитальные вложения на  $t$  ша-

ге расчета;  $\alpha_t$  – коэффициент дисконтирования рассчитывается по формуле (5):

$$\alpha = \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (5)$$

где  $E$  – норма дисконта;  $t$  – шаг расчета (год).

Индекс доходности рассчитывается по формуле (6):

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \alpha_t}{\sum_{t=0}^T K_t \alpha_t}, \quad (6)$$

где  $T$  – горизонт расчета, год.

Расчет показателей коммерческой эффективности ИП представлен в виде таблицы 3.

Таблица 3

### РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОММЕРЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Показатели, единица измерения	0-й год	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год
Выручка от реализации (без НДС), руб.		2 395 500	2 395 500	2 395 500	2 395 500
Себестоимость продукции, руб.		2 336 338	2 336 338	2 336 338	2 336 338
Амортизационные отчисления в себестоимости, руб.		320 343	320 343	320 343	320 343
Налоги, руб.		26 932	26 932	26 932	26 932
Денежный поток по операционной деятельности, руб.		352 573	352 573	352 573	352 573
Коэффициент дисконтирования		1	0,909	0,826	0,751
Дисконтированный денежный поток, руб.		352 573	320 521	291 225	264 782
ДДП нарастающим итогом, руб.		352 573	673 093	964 318	1 229 100
Капитальные вложения, руб.	91 567 517				
Коэффициент дисконтирования		1	0,909	0,826	0,751
Дисконтированные инвестиции, руб.	91 567 517				
ЧДД, руб.	-91 567 517	352 573	320 521	291 225	264 782
ЧДД нарастающим итогом, руб.	-91 567 517	-91 214 944	-90 894 424	-90 603 199	-90 338 417

Предлагаемый проект невыгоден с финансовой точки зрения. Таким образом, можно сделать вывод о том, что расчеты коммерческой эффективности неприменимы к социально значимым проектам.

**Методика оценки экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рациона-**

### лизаторских предложений СН 509-78

Методика осуществляет сравнение инновационного проекта с базовыми аналогами по определенным параметрам, таким как экономический эффект, приведенные затраты, себестоимость строительно-монтажных работ, эксплуатационные расходы, срок строительства.

Расчет годового экономического эффекта производится путем сравнения приведенных затрат по базовому и новому проекту [2]. Приведенные затраты рассчитываются по формуле (7):

$$Z_i = C_i + E_n K_i, \quad (7)$$

где  $C_i$  – себестоимость строительно-монтажных работ, руб.;  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;  $K_i$  – удельные капитальные вложения в строительно-монтажные работы, руб.

Расчет годового экономического эффекта производится по формуле (8):

$$\Delta = \beta \phi \sum_{i=1}^m Z_{1i} \alpha_t + \Delta_{\Delta} - \sum_{i=1}^m Z_{2i} \alpha_t, \quad (8)$$

Где  $Z_{1i}$  и  $Z_{2i}$  – приведенные затраты в год, руб.;  $\alpha_t$  – коэффициент приведения к году завершения строительства (9):

$$\alpha_t = 1 + E, \quad (9)$$

где  $E$  – норматив для проведения разновременных затрат, принимается в размере 0,1;  $\beta$  – коэффициент учета изменения качественных параметров (10):

$$\beta = \frac{B_2}{B_1}, \quad (10)$$

где  $B_1$  и  $B_2$  – качественные параметры, соответствующие базовому и новому проекту;  $\phi$  – коэффициент изменения срока службы новой строительной конструкции, рассчитывается по формуле (11):

$$\phi = \frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n}, \quad (11)$$

где  $P_1$  и  $P_2$  – доли сметной стоимости строительных конструкций в расчете на 1

год их службы по сравниваемым вариантам.

Экономия в сфере эксплуатации конструкций за срок их службы определяется по формуле (12):

$$\Delta_{\Delta} = \frac{I_1 - I_2}{P_2 + E_n}, \quad (12)$$

где  $I_1$  и  $I_2$  – годовые издержки в сфере эксплуатации на единицу конструктивного элемента здания, руб.;  $m$  – периоды строительства по сравниваемым вариантам, год.

Краткая техническая характеристика сравниваемых вариантов представлена в виде таблицы 4.

Новое проектное решение – сооружения водоподготовки с обесцвечиванием и обеззараживанием воды путем двухступенчатого озонирования, осветлением воды в отстойниках, оборудованных тонкослойными элементами, с встроенной камерой хлопьеобразования, и фильтрованием в скорых и сорбционных фильтрах.

За базу сравнения приняты сооружения водоподготовки с обесцвечиванием и обеззараживанием воды путем последовательного хлорирования, осветлением воды в горизонтальных отстойниках, с встроенной камерой хлопьеобразования, и фильтрованием в скорых фильтрах.

Применение нового проектного решения позволяет увеличить срок службы сооружений подготовки воды и повысить качество хозяйственной питьевой воды.

Таблица 4

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

Показатели	Базовое проектное решение	Новое проектное решение
Сметная стоимость объекта, руб.	71 880 501	91 567 517
Себестоимость строительно-монтажных работ, руб.	48 977 794	
Капитальные вложения по годам:		
1-й	35 940 250	45 783 759
2-й	35 940 250	45 783 759
Годовые эксплуатационные расходы, руб.	1 834 026	2 336 338
Продолжительность строительства, год.	1,8	2
Сроки службы объектов, год.	50	50

Таблица 5

## ПРИВЕДЕННЫЕ ЗАТРАТЫ ПО БАЗОВОМУ ПРОЕКТНОМУ РЕШЕНИЮ

Год строительства объ-екта	$C_{li}$	$K_{li}$	$Z_{li} = C_{li} + E_n \cdot K_{li}$	$a_i$	$Z_{li} \cdot a_i$
1-й	24 488 897	35 940 250	28 082 922	1,1	30 891 214
2-й	24 488 897	35 940 250	28 082 922	1,1	30 891 214
Итого:	48 977 794				61 782 428

Таблица 6

## ПРИВЕДЕННЫЕ ЗАТРАТЫ ПО БАЗОВОМУ ПРОЕКТНОМУ РЕШЕНИЮ

Год строительства объ-екта	$C_{li}$	$K_{li}$	$Z_{li} = C_{li} + E_n \cdot K_{li}$	$a_i$	$Z_{li} \cdot a_i$
1-й	31 196 047	45 783 759	35 774 423	1,1	39 351 865
2-й	31 196 047	45 783 759	35 774 423	1,1	39 351 865
Итого:	62 392 094				78 703 730

Экономический эффект эксплуатации конструкций за срок их службы определяется по формуле (13):

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_3 &= \frac{1\,834\,026 - 2\,336\,338}{0,15086} \\ &= -3\,329\,661 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Расчет годового экономического эффекта производится по формуле (8):

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= 1 \cdot 0,79 \cdot 61\,782\,428 - 3\,329\,661 \\ &\quad - 78\,703\,730 = -33\,534\,186. \end{aligned}$$

Отрицательный результат свидетельствует о коммерческой неэффективности инвестиционного проекта.

**Вывод.** Проанализировав методики мож-

но сделать вывод о том, что строительство новых очистных сооружений очистки природной воды не выгодно с коммерческой точки зрения. В экономических показателях, представленная технология на грани эффективности и окупаемости, об этом свидетельствуют результаты, полученные в методиках № 477 и СН 509-78. Для оценки эффективности технологии водоподготовки подходит метод включающий в себя качественные показатели. Ввод в эксплуатацию новых сооружений водоподготовки улучшает качество воды, условия труда и уменьшают нагрузку на окружающую среду.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блау С.Л. Инвестиционный анализ: Учебник для бакалавров. – М.: Дашков И.К., 2018. – 256 с.
2. Кэхилл М. Инвестиционный анализ и оценка бизнеса: Учебное пособие: Пер. с англ. – М.: ДиС, 2018. – 432 с.

## **ANALYSIS OF METHODS FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF CONSTRUCTION OF WATER TREATMENT CONSTRUCTIONS**

**SCHENINA Anastasia Anatolyevna**

graduate student

Izhevsk State Technical University named after M.T. Kalashnikov

Izhevsk, Udmurt Republic, Russia

---

*This article discusses the problem of choosing a methodology for assessing the effectiveness of the construction of water treatment facilities, depending on the technological processes of water treatment.*

**Key words:** methodology, efficiency, water treatment, ozonation, investment project, construction.

---