

УДК 502.7

DOI 10.51691/2541-8327_2023_12_14

***ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ
ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ СБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В
ГИДРОСФЕРУ***

Паскарелов С.И.

Студент,

ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты

Шахты, Россия¹

Аннотация.

В работе обосновывается необходимость проведения совмещенного рейтингового эколого-экономического анализа технологий очистки сточных вод; рассматривается методика сравнения технологий очистки на основе интегрального рейтингового показателя, учитывающего экономический и экологический характеристики; обосновано условие оптимизации, обеспечивающее снижение объема выбросов в гидросферу при сохранении допустимого уровня затрат на приобретение и техническое обслуживание очистных сооружений; изучена возможность практического применения данной методики на примере технологий защиты гидросферы.

Ключевые слова: экологическая безопасность, эффективность очистки, эколого-экономический анализ, рейтинговый анализ, оптимизация.

***ECOLOGICAL AND ECONOMIC ANALYSIS AND ASSESSMENT OF
ALTERNATIVE WAYS TO REDUCE EMISSIONS OF POLLUTANTS INTO THE
HYDROSPHERE***

¹ 1 Научный руководитель: Молев Михаил Дмитриевич, д-р. техн. наук, профессор кафедры «Строительство и техноферная безопасность», ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, Россия.

Paskarelov S.I.

Student,

ISOiP (branch) of DSTU in Shakhty

Shakhty, Russia

Abstract.

The paper substantiates the need for a combined rating ecological and economic analysis of wastewater treatment technologies; considers a methodology for comparing treatment technologies based on an integral rating indicator that takes into account economic and environmental characteristics; substantiates an optimization condition that reduces emissions into the hydrosphere while maintaining an acceptable level of costs for the purchase and maintenance of wastewater treatment facilities; examines the possibility of practical application This technique is based on the example of hydrosphere protection technologies.

Key words: environmental safety, cleaning efficiency, ecological and economic analysis, rating analysis, optimization.

Обеспечение экологической безопасности водоёмов является значительной проблемой в силу расширения объёма хозяйственного использования водных ресурсов. Промышленные предприятия сталкиваются с необходимостью одновременного выполнения нескольких требований, а именно снижения объёма сбросов вредных веществ в гидросферу и снижения стоимости приобретения и технического обслуживания технологических установок по очистке сточных вод. Данные требования являются взаимоисключающими, поскольку увеличение производительности и эффективности очистки, как правило, осуществляется за счет приобретения более дорогих установок, что в ряде случаев ведет в отказу от приобретения эффективных технологий очистки сточных вод.

Реальное хозяйственное использование водных объектов неизбежно ограничено в силу географических, физических, химических, биологических, климатических и иных природных (а в конечном счете экологических и экономических) причин [1]. Основными факторами, определяющими негативное воздействие хозяйственной деятельности на состояние гидросферы, является вытеснение природных сред в границах этого объекта и снижение продуктивности экосистемы в результате загрязнения прилегающих акваторий [2]. Опасные химические соединения являются одними из основных загрязнителей водных объектов [3].

Решение данной проблемы должно осуществляться всеми предприятиями, на которых происходит сброс вредных веществ в гидросферу, независимо от наличия или отсутствия финансовых ресурсов, поскольку величина ущерба от выбросов может значительно превысить стоимость приобретения очистных установок. Гидрогеоэкологические условия подземных вод в объектах размещения отходов зачастую являются сложными по условиям формирования расходов и качеству подземных вод [4].

Для проведения эколого-экономического анализа альтернативных путей снижения сбросов загрязняющих веществ в гидросферу проведем сравнительный рейтинговый анализ, который позволит определить оптимальную технологию очистки сточных вод при допустимой величине затрат организации.

Расчет интегрального показателя при проведении сравнительного рейтингового эколого-экономического анализа и оценки альтернативных путей снижения сбросов загрязняющих веществ в атмосферу осуществляется по формуле (1):

$$R_{\text{инт}} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i}, \quad (1)$$

где x_i – i -ые параметры сравнения,

n – количество параметров.

Одной из основных целей проведения рейтингового эколого-экономического анализа считается одновременная оптимизация всех экологических и экономических параметров используемых технологий очистки сточных вод. Условие оптимизации в данном случае выражается формулой (2):

$$\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i} \rightarrow \min, \quad (2)$$

В данной работе будут применяться два показателя: экономический, под которым будем рассматривать стоимость приобретения технологии очистки сточных вод, и экологический, под которым будем рассматривать объем выбросов вредных веществ в водоёмы после прохождения оборудования для очистки сточных вод в относительном выражении, в процентах. В этом случае формула (1) для расчета интегрального рейтингового показателя преобразуется в формулу (3):

$$R_{\text{инт}} = \sqrt{X_i \cdot Y_i}, \quad (3)$$

где X_i – экономический параметр i -ой технологии очистки сточных вод,
 Y_i – экологический параметр i -ой технологии очистки сточных вод.

В условиях применения двух параметров оценки формула (2), представляющая условие оптимизации, преобразуется в формулу (4):

$$\sqrt{X_i \cdot Y_i} \rightarrow \min, \quad (4)$$

Расчет экономического параметра i -ой технологии очистки сточных вод осуществляется по формуле (5):

$$X_i = \frac{x_i}{x_{\min}}, \quad (5)$$

где x_i – стоимость i -ой технологии очистки сточных вод, руб.

x_{min} – минимальная стоимость технологии очистки сточных вод, руб.

Расчет экологического параметра i -ой технологии очистки сточных вод осуществляется по формуле (5):

$$Y_i = \frac{y_i}{y_{min}}, \quad (6)$$

где y_i – доля сбросов вредных веществ в гидросферу при применении i -ой технологии очистки сточных вод, %

y_{min} – минимальная доля сбросов вредных веществ в гидросферу, %

Доля сбросов вредных веществ в гидросферу при применении i -ой технологии очистки сточных вод определяется по формуле (7):

$$y_i = 100 - \varepsilon_i, \quad (7)$$

где ε_i – эффективность очистки при применении i -ой технологии, %.

Для расчета приняты следующие допущения: производительность – 10 м³/час; расчет производится для индивидуальных объектов очистки. Для расчета совмещенных технологий очистки сточных вод необходимо учитывать следующие особенности: расчет экономического показателя производится как сумма приобретения и технического обслуживания по всем используемым технологиям, расчет экологического показателя осуществляется как доля сбросов вредных веществ в гидросферу после прохождения всех этапов очистки. Исходные данные для проведения сравнительного рейтингового анализа представлены в таблице 1. Расчет интегрального показателя приведен в таблице 2.

Таблица 1 – Исходные данные

Система очистки сточных вод	Стоимость приобретения и годового технического обслуживания, руб.	Эффективность очистки, %	Доля сбросов вредных веществ в гидросферу, %
Биологическая	1596000	97,97	2,03

очистка			
Установка для очистки ливневых вод	1541682	95,50	4,50
Флотатор	1075629	93,00	7,00
Песколовка	238478	90,00	10,00
Жироуловитель	453120	90,00	10,00
Нефтеловушка	597139	95,00	5,00

Таблица 2 – Расчет интегрального показателя

Система очистки сточных вод	X_i	Y_i	$X_i \cdot Y_i$	$R_{\text{инт}}$	Рейтинг
1) Биологическая очистка	6,69	1,00	6,69	2,58	3
2) Установка для очистки ливневых вод	6,46	2,21	14,33	3,78	5
3) Флотатор	4,51	3,44	15,55	3,94	6
4) Песколовка	1,00	4,92	4,92	2,21	1
5) Жироуловитель	1,90	4,92	9,35	3,05	4
6) Нефтеловушка	2,50	2,46	6,16	2,48	2

Применение в данной методике произведения показателей обусловлено наличием экологического параметра, поскольку в случае недостижения требуемой степени очистки до уровня ПДК значение данного параметра не может быть рассчитано, поэтому итоговый рейтинговый показатель также не определяется. В этом случае необходимо использовать последовательное применение нескольких технологий очистки для достижения требуемого уровня очистки.

Данная методика обладает существенными ограничениями:

- при проведении расчетов необходимо обеспечить корректность расчетов;
- сравнение технологий очистки сточных вод должно осуществляться с учетом отраслевой специфики производств;
- формирование сведений о рейтинге технологий на основе применения экологических и экономических показателей должно производиться с учетом достижения необходимой степени очистки вод, следовательно, стоимостной экономический параметр в данном случае является второстепенным.

Графическое представление результатов рейтингового эколого-экономического анализа технологий очистки приведена на рисунке 1.

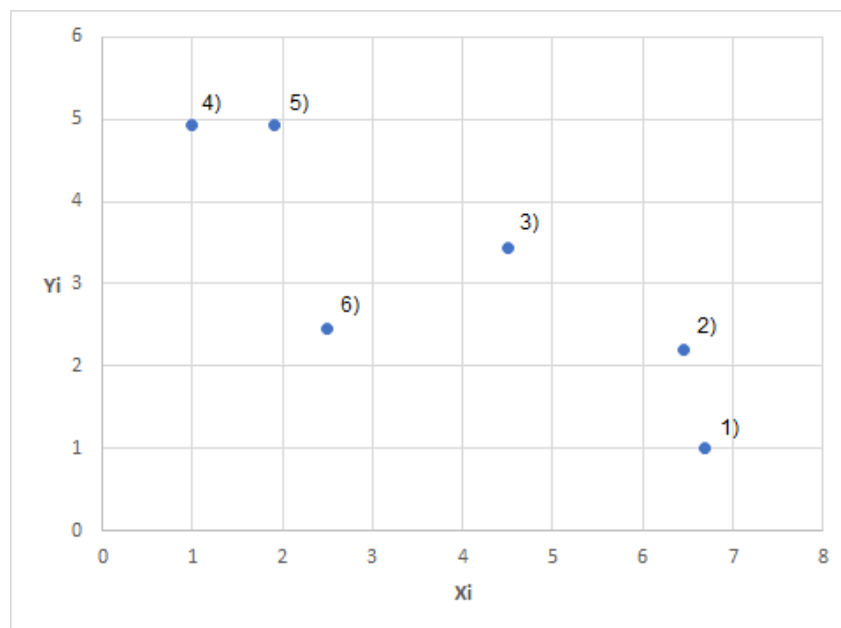


Рисунок 1 – Результаты рейтингового эколого-экономического анализа технологий очистки сточных вод²

Таким образом, проведение сравнительного рейтингового эколого-экономического анализа позволит определить технологию очистки сточных вод, обеспечивающую выполнение следующих условий: достижение необходимого уровня очистки сточных вод от вредных веществ и их доведение до уровня ПДК, а также оптимизация затрат на приобретение и техническое обслуживание очистных сооружений. Следовательно, применение данной методики рейтингового анализа позволит определить наиболее оптимальную технологию очистки сточных вод, что обеспечивает экологическую безопасность водоемов с учетом повторного применения водных ресурсов в хозяйственной деятельности.

Библиографический список:

1. Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы России: состояние, использование, охрана, проблемы управления // Экономика. Налоги. Право – 2019. – № 12 (5). – С. 18-31. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vodnye-resursy->

² Рисунок выполнен автором

rossii-sostoyanie-ispolzovanie-ohrana-problemy-upravleniya (дата обращения: 08.12.2023).

2. Зильберман М.В., Черепанов М.В., Пичугин Е.А., Шенфельд Б.Е., Дьяков М.С. Комплексная оценка влияния сбросов загрязняющих веществ объектов негативного воздействия на состояние гидросферы // Экология урбанизированных территорий – 2021. – № 3. – С. 71-76. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-otsenka-vliyaniya-sbrosov-zagryaznyayuschih-veschestv-obektov-negativnogo-vozdeystviya-na-sostoyanie-gidrosfery> (дата обращения: 08.12.2023).

3. Акимов В.А., Колеганов С.В., Мишурный А.В. Математическая модель для прогнозирования последствий сброса жидких технологических отходов в гидросферу // Технологии гражданской безопасности – 2023. – Том 20, № 1 (75). – С. 71-73. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskaya-model-dlya-prognozirovaniya-posledstviy-sbrosa-zhidkih-tehnologicheskikh-othodov-v-gidrosferu> (дата обращения: 09.12.2023).

4. Семячков А.И., Почечун В.А., Семячков К.А. Гидрогеоэкологические условия техногенных подземных вод в объектах размещения отходов // Записки Горного института – 2023. – Т. 260. – С. 168-179. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gidrogeoeekologicheskie-usloviya-tehnogennyh-podzemnyh-vod-v-obektah-razmescheniya-othodov> (дата обращения: 09.12.2023).

Оригинальность 85%