

# ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВЫХ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С НЕФТЯНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

О. Ю. Мещерякова

*Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, [olgam.psu@gmail.com](mailto:olgam.psu@gmail.com)*

**Аннотация:** В статье приведен один из методов экономической оценки природоохранных мероприятий на примере расчета экономической эффективности комплекса методов, включающего откачку нефти по специальной технологии без забора воды, а также метод биохимической деструкции нефти, основанный на использовании аборигенных активизированных микроорганизмов, для очистки подземных вод в закарстованных районах. Метод основывается на сопоставлении затрат на их осуществление с экономическим результатом, достигаемым благодаря этим мероприятиям.

## ESTIMATION OF THE ECONOMIC EFFECTIVENESS OF NEW METHODS OF COMBATING OIL POLLUTION OF GROUNDWATER

O. Y. Meshcheryakova

*Institute of Natural Sciences of Perm State University, [olgam.psu@gmail.com](mailto:olgam.psu@gmail.com)*

**Summary:** The article contains the method of economic estimation of environmental events on the example of calculating the economic effectiveness of the complex of methods, including pumping oil through a special technology without water intake, and a method of biochemical degradation of oil, based on the use of native activated microorganisms to clean up groundwater in karst areas. The method of estimation is based on a comparison of the costs of their implementation of the economic result to that achieved by these measures.

Загрязнение в районах развития карстующихся пород носит особенный характер. Механизм нефтяного загрязнения в районе закарстованных берегов был изучен на примере Камского водохранилища – основного источника водоснабжения Пермского края. Исследования проводились на участке протяженностью 1,2 км в районе Полазненского месторождения нефти (Добрянский район), где фиксируется разгрузка нефтепродуктов в акваторию водохранилища.

Здесь вследствие разливов и сбросов нефти в карстовые воронки на поверхности грунтовых вод образовалась линза нефтепродуктов. Загрязнение подземных вод происходит, главным образом, за счет выноса растворенных нефтепродуктов при фильтрации дождевых и талых вод через линзу, которая находится в гидродинамической ловушке, поскольку в береговой зоне произошла битумизация пород, что предотвращает разгрузку самой линзы в водохранилище. Поверхностный сток на данной территории практически отсутствует из-за высокой закарстованности массива (до 30%).

При выявлении особенностей механизма загрязнения подземных вод выяснилось, что для их очистки, во-первых, необходимо откачать как можно больше нефти из линзы без забора воды, а во-вторых, очистить подземные воды, находящиеся ниже водонефтяного контакта и загрязняющие водохранилище. Для этого был предложен комплекс методов,

включающий откачку нефти по специальной технологии без забора воды, а также метод биохимической деструкции нефти, основанный на использовании аборигенных активизированных микроорганизмов, отобранных из подземных вод месторождения. В ходе опытных работ были разработаны и отработаны все технологические элементы предлагаемых методов и показана их эффективность. Одним из достоинств технологии является то, что используемые микроорганизмы не являются чужеродными для данной среды, т.е. не оказывают техногенной нагрузки.

Расчет экономической эффективности комплекса предлагаемых методов основывается на сопоставлении затрат на их осуществление с экономическим результатом, достигаемым благодаря этим мероприятиям. Стоит отметить, что откачиваемая нефть имеет весьма хорошие качества и может быть использована для дальнейшей переработки и перепродажи.

Общая (абсолютная) экономическая эффективность природоохранных мероприятий определяется как отношение полного экономического эффекта к приведенным затратам на осуществление этих мероприятий по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_a = \frac{\sum_i^n \mathcal{E}}{C + E_n * K}, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}$  - полный экономический эффект  $i$ -го вида природоохранных технологий, руб.;

$C$  - текущие затраты, руб.;

$K$  - капитальные затраты, руб.;

$E_n$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ( $E_n=12$ ).

Полный экономический эффект от предлагаемой технологии использования комплекса методов рассчитывается как разница между прибылью, полученной от продажи откаченной нефти (поскольку она имеет товарные качества), и суммой затрат. Для удобства расчетов вычисления произведены из расчета на 1 м<sup>3</sup>:

$$\mathcal{E} = \Pi - \sum Z, \quad (2)$$

$$\sum Z = \sum Z_o + \sum Z_m, \quad (3)$$

$$\sum Z_o = Z_{noc} + Z_{nep} = \frac{St_{ycm}}{W_o} + St_{\mathcal{E}/\mathcal{E}} = \frac{St_{ycm}}{W_o} + St_{1квт/час} * M_{ком} * t, \quad (4)$$

$$\sum Z_m = St_m, \quad (5)$$

где  $\mathcal{E}$  – полный экономический эффект от предлагаемой технологии использования комплекса методов (для удаления 1 м<sup>3</sup> нефти из линзы);

$\Pi$  – прибыль, полученная от продажи 1 м<sup>3</sup> нефти из линзы;

$\sum Z$  – сумма всех затрат:

$\sum Z_o$  – суммарные затраты на откачку 1 м<sup>3</sup> нефти из линзы;

$Z_{noc}$  и  $Z_{nep}$  – затраты постоянные и переменные;

$St_{yctm}$  – стоимость установки для откачки нефти из линзы (равно 1 млн. руб.);

$W_o$  – общие запасы нефти в линзе (равные 145 800 м<sup>3</sup>);

$St_{\mathcal{E}/\mathcal{E}}$  – стоимость электроэнергии, затрачиваемой для откачки 1 м<sup>3</sup> нефти из линзы;

$St_{1квт/час}$  – стоимость 1 квт/час (для юридических лиц на 01.11.11 равен 3,76 руб.);

$M_{ком}$  – мощность компрессора в установке (равна 1,5 кВт/час);

$t$  – время, за которое откачивается 1 м<sup>3</sup> нефти из линзы (опытно установлено  $t=4$  ч),

$\sum Z_m$  – затраты на микробиологическую деструкцию 1 м<sup>3</sup> нефти в линзе,

$St_m$  – стоимость биопрепарата для биодеградации 1 м<sup>3</sup> нефти в линзе.

Таким образом, вычисляем постоянные и переменные затраты для откачки 1 м<sup>3</sup> нефти из линзы:

$$Z_{noc} = \frac{St_{yctm}}{W_o} = \frac{1000000}{145800} = 6,86 \text{ (руб.)}, \quad (6)$$

$$Z_{nep} = St_{\mathcal{E}/\mathcal{E}} = St_{1квт/час} * M_{ком} * t = 3,76 * 1,5 * 4 = 22,56 \text{ (руб.)}, \quad (7)$$

$$\sum Z_o = Z_{noc} + Z_{nep} = 6,86 + 22,56 = 29,42 \text{ (руб.)}. \quad (8)$$

Для расчета затрат по микробиологическому методу необходимо определить затраты для деструкции 1 м<sup>3</sup> нефти в линзе. Опытно установлено, что для биодеградации 1 т нефти необходимо 70 л препарата. Отсюда при пересчете на 1 м<sup>3</sup> нефти необходимо 60 л биопрепарата (для нефти 1 т = 1,165 м<sup>3</sup>). При его стоимости в 30 руб. за 1 л затраты для деструкции 1 м<sup>3</sup> нефти в линзе равны:

$$St_m = 60 * 30 = 1800 \text{ (руб.)}. \quad (9)$$

Прибыль от дальнейшей продажи извлекаемой нефти рассчитана как 30% от рыночной стоимости нефти.

Стоимость 1 барреля нефти на 01.11.2011 составляет 108,81 USD.

1 баррель = 0,158987 м<sup>3</sup>.

Таким образом, стоимость 1 м<sup>3</sup> нефти = 684,4 USD.

Рассчитываем прибыль, полученную от продажи 1 м<sup>3</sup> нефти из линзы (при курсе 1 USD = 30,12 руб. на 01.11.11):

$$П = 30\% * St_{\text{товарной нефти}} = 0,3 * 684,4 = 205,3 \text{ USD} = 6184,24 \text{ (руб.)}. \quad (10)$$

Полный экономический эффект от предлагаемой технологии использования комплекса методов на 1 м<sup>3</sup> нефти из линзы:

$$\mathcal{E} = П - \sum \mathcal{Z} = 6184,24 - (29,42 + 1800) = 4354,82 \text{ (руб.)}. \quad (11)$$

Абсолютная экономическая эффективность предлагаемой природоохранной технологии на 1 м<sup>3</sup> нефти, согласно формуле (1), равна:

$$\mathcal{E}_{a(1\text{м}^3)} = \frac{4354,82}{(30 + 22,56) + 12 * 6,86} = 23,55 \text{ (руб.)}. \quad (12)$$

Учитывая, что общие запасы  $W_0 = 145\,800 \text{ м}^3$ , абсолютная экономическая эффективность технологии составляет:

$$\mathcal{E}_a = 23,55 * 145\,800 = 3\,433\,590 \text{ (руб.)}. \quad (13)$$

Произведем расчет срока окупаемости установки (Т):

$$T = \frac{St_{\text{уст}} * t}{\mathcal{E}} = \frac{1000000 * 4}{4354,82} = 918 \text{ ч} = 38,3 \text{ (дней)}. \quad (14)$$

Согласно расчетам, при круглосуточной работе установки, ее стоимость окупится за 38 дней.

Таким образом, результаты экономической оценки предлагаемой технологии по использованию комплекса методов для очистки нефтезагрязненных подземных вод свидетельствуют о достаточной эффективности их применения в данных условиях. Стоит отметить, что помимо явного положительного экологического эффекта, также данный проект обладает и инновационной составляющей, т.е. финансовой привлекательностью. К тому же в экономической оценке не просчитан социальный эффект, который может быть выражен в улучшении природных ресурсов на берегу водохранилища, тем самым предоставляя возможность для создания рекреационных территорий, в улучшении качества жизни, экономии затрат на санацию акватории водохранилища.