

УДК 504.062

**І. В. БОДАК, Н. Б. КРАВЧЕНКО, В. В. РЯБЧЕНКО, А. А. ГЛЄБОВА**

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,  
м. Харків, майдан Свободи, 6,  
[innabodak@mail.ru](mailto:innabodak@mail.ru), [nbk@list.ru](mailto:nbk@list.ru)*

**ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ПО ЛІКВІДАЦІЇ  
НАФТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У РЕЗУЛЬТАТІ  
ФУНКЦІОНУВАННЯ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ СВЕРДЛОВИН  
БУ «УКРГАЗВИДОБУВАННЯ»**

Представлена оцінка екологічних та економічних аспектів впливу Новопавлівської та Красноградської-104 нафтогазовидобувних свердловин БУ «Укргазвидобування» на поверхневі водні об'єкти – Хрещищенський та Новопавлівський ставки. Запропоновано три методи очищення поверхневих вод досліджуваних водойм (механічний, хімічний і біологічний) та представлено еколого-економічне обґрунтування ефективності їх застосування. Встановлено, що найбільш економічно ефективним та екологічно безпечним методом очистки поверхневих вод від нафтопродуктів є біологічний метод на основі застосування препарату «Еконадін».

**Ключові слова:** поверхневі води, нафтогазовидобувні свердловини, нафтопродукти, важкі метали, забруднення, збитки, економічний ефект, ефективність

**Bodak I. V., Kravchenko N. B., Riabchenko V. V., Glebova A. A. ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF MEASURES FOR ELIMINATION OF SURFACE WATER OIL POLLUTION AS A RESULT OF BU UKRGASVYDOBUVANNIA'S OIL AND GAS WELLS FUNCTIONING**

The paper presents the evaluation of environmental and economic aspects of impact of the Novopavlivska and Krasnogradska-104 oil and gas wells of BU Ukrgasvydobuvannia on Khrestyshchenskyi and Novopavlivskyi ponds. Three methods (mechanical, chemical and biological) of treating surface water reservoirs are studied and the results of ecological and economic assessment of the effectiveness of these methods are presented. It was found that the most cost-effective and environmentally safe is the biological method based on the use of the biological absorbent «Econadin».

**Keywords:** surface water, oil and gas wells, petroleum products, heavy metals, pollution, loss, economic benefits, effectiveness

**Бодак И. В., Кравченко Н. Б., Рябченко В. В., Глебова А. А. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В РЕЗУЛЬТАТЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН БУ «УКРГАЗДОБЫЧА»**

Представлена оценка экологических и экономических аспектов воздействия Новопавлловской и Красноградской-104 нефтегазодобывающих скважин БУ «Укргаздобыча» на поверхностные водные объекты – Хрещищенский и Новопавлловский пруды. Предложено три метода очистки поверхностных вод исследуемых водоемов (механический, химический и биологический) и представлено эколого-экономическое обоснование эффективности их применения. Установлено, что наиболее экономически эффективным и экологически безопасным методом очистки поверхностных вод от нефтепродуктов является биологический метод на основе применения препарата «Эконадин».

**Ключевые слова:** поверхностные воды, нефтегазодобывающие скважины, нефтепродукты, тяжелые металлы, загрязнение, убытки, экономический эффект, эффективность

**Вступ**

За рівнем впливу на навколишнє середовище нафтогазовидобувна галузь промислового виробництва займає лідируючі позиції. Висока потенційна екологічна небезпечність об'єктів нафтогазовидобувного комплексу обумовлена впливом на всі компоненти навколишнього середовища – ат-

мосферне повітря, надра, ґрунтовий покрив, поверхневі та підземні води, біоту [5; 11; 17], і проявляється в порушенні біологічної рівноваги та геохімічній трансформації геосистем.

Основними забруднювачами навколишнього середовища при технологічних процесах добування нафти та газу виступають нафта та нафтопродукти, сірчистий газ та

сірководень, мінералізовані пластові та стічні води нафтопромислів, бурові шлами та шлами нафто- та водопідготовки, а також хімічні реагенти, що використовуються для інтенсифікації процесів нафтовидобування [4; 5].

Геохімічна трансформація природних компонентів відбувається уже на стадії буріння свердловин [15], під час якого відбувається забруднення ґрунту та води буровим шламом, промивними та тампонажними розчинами, що містить полімери, вуглеводні, важкі метали та інші токсичні сполуки [7; 15]. На етапі експлуатації родовищ забруднення довкілля можливе як за умови виникнення аварійних ситуацій, так і під час нормального функціонування нафтогазових промислів. Під час аварійної ситуації виникають залпові викиди, що впродовж короткого проміжку часу призводить до забруднення великих територій, які втрачають можливість до самовідновлення. Однак під час звичайної експлуатації родовищ і транспортування нафтопродуктів можливий згубний вплив на довкілля [4; 7; 17].

Як зазначає С.О. Кулакова, на території нафтогазових промислів формується поле підвищеного вмісту поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), включаючи 3,4-бенз(а)пірен [10]. Для ґрунтів промислових майданчиків нафтових свердловин характерний підвищений вміст важких металів. В свою чергу ґрунт, як депонуюче середовище, виступає джерелом вторинного забруднення рослинності та поверхневих і підземних вод.

Особливості забруднення водних об'єктів нафтопродуктами вивчали О.П. Белоусова [1], О.М. Крайнюков [8], Р.Х. Нізамов [16] та ін. Сучасні проблеми гідробіології під кутом нафтового забруднення вивчала І.О. Кузнецова [9]. Техногенне забруднення поверхневих водних об'єктів та їх басейнів нафтопродуктами в зоні розташування нафтогазовидобувних промислів має місце в результаті порушення герметичності нафтопромислових споруд, розливів нафти та нафтопродуктів, а також внаслідок організованого та неорганізованого стоку з територій промайданчиків разом із дощовими, талими та поливпромивними водами. При надходженні нафти та нафтопродуктів до поверхневих водних об'єктів найбільшу небезпеку становить здатність нафтового забруднення

поширюватися на значні території, що спричиняє порушення екологічного балансу та нормального функціонування біологічних систем протягом тривалого часу [4; 11; 16].

Забруднення довкілля, спричинене в результаті функціонування нафтогазовидобувних комплексів, з економічної точки зору можна розглядати як збиток, визначений у вартісному вираженні [4]. Н. С. Макарова визначає збитки як можливі або фактичні втрати, що виникають в результаті будь-яких подій чи явищ, зокрема, негативні зміни у навколишньому середовищі внаслідок антропогенного впливу [12]. Виходячи з цього, еколого-економічні збитки дають можливість конкретно підрахувати екологічні втрати у грошовому виразі, понесені внаслідок забруднення довкілля в результаті функціонування об'єктів нафтогазовидобувного комплексу, тобто дати їм економічну оцінку.

До еколого-економічних збитків слід враховувати не тільки безпосередні втрати природного ресурсу та втрати, спричинені погіршенням якості навколишнього природного середовища, що проявляються у погіршенні здоров'я та скорочення тривалості життя населення, зменшення врожайності, зменшення видів гідробіонтів та ін. Але й витрати на ліквідацію шкідливих впливів у вартісному вираженні.

У зв'язку з вищесказаним, необхідність мінімізації розмірів еколого-економічних збитків, спричинених активною розробкою нафтогазових родовищ, що супроводжується інтенсивним забрудненням довкілля високотоксичними поллютантами, диктує необхідність пошуку шляхів мінімізації негативного впливу об'єктів нафтогазовидобувного комплексу. Останнім часом опубліковано ряд наукових праць, що висвітлюють різні підходи до вирішення наявних екологічних проблем нафтогазовидобування. Зокрема, необхідно відзначити працю таких авторів, як Ф.О. Каменщиков та Е.І. Богомольний [6], присвячену способам ліквідації нафтопродуктів з поверхневих вод та ґрунтового покриву. О.М. Набаткін [14], Р.М. Хлесткін [23], О.В. Веприкова [18] та ін. займаються пошуками найбільш ефективних сорбентів для ліквідації нафтового забруднення водойм.

Як зазначає А.М. Луценко, на сьогоднішній день 20% забруднень поверхневих вод нафтопродуктами ліквідуються за допомогою найбільш неефективного та трудомісткого способу очистки – механічного, ще 20% – із застосуванням сучасних сорбентів, а решта 60% - не ліквідуються взагалі [11]. Механічний спосіб очищення водою від нафтопродуктів полягає у зборі нафтопродуктів з поверхні води або шляхом фільтрування за допомогою спеціальних пристроїв. Використання саме такого виду очищення доцільно тоді, коли до водного об'єкту регулярно потрапляють значні об'єми вуглеводнів [6]. У даний час одними з найефективніших пристроїв для очищення поверхні природних та штучних водою є скіммери, призначені для: очищення поверхневих вод в резервуарах; очищення поверхневих вод від мастила в колодязях; очищення поверхні води в промислових відстійниках та шламових ямах; видалення нафти з поверхневих водою [20; 24].

Видалення нафтової плівки з поверхні водних об'єктів за допомогою нафтових сорбентів вважається одним із найбільш перспективним та екологічно доцільним способом, адже він дозволяє досягти майже 95% ефективності очищення за умови не дуже потужної товщини нафтової плівки на поверхні водою [14; 18]. Найбільш розповсюдженими є сорбенти на основі природ-

них органічних матеріалів (солома, тирса, торф, відходи ватного виробництва, шерсть та ін.), синтетичних органічних матеріалів (пінополістирол, карамідоформальдегідна смола, гранульований пінопласт, каучукові крихти, поролон, синтепон, лавса, поліпропіленове волокно та ін.) та неорганічних матеріалів (скловолокно, графіт модифікований та ін.) [6; 7; 14; 16; 18; 23].

Разом з тим, серед методів очищення води від нафтопродуктів найбільшу роль відіграє біологічний метод, заснований на використанні спеціальних мікроорганізмів, що поглинають нафтопродукти і руйнують їх. В даний час відомо більше тисячі мікроорганізмів, здатних переробляти вуглеводні різних класів [2; 5].

Таким чином, враховуючи інтенсивні теми розвитку та екологічну небезпечність функціонування об'єктів нафтогазового комплексу, зростає необхідність розробки заходів щодо ліквідації забруднення компонентів довкілля, зокрема поверхневих вод, які були б ефективними як з економічної, так із екологічної точки зору. У зв'язку з цим метою дослідження є провести еколого-економічну оцінку впливу нафтогазовидобувних свердловин на поверхневі води, а також здійснити еколого-економічне обґрунтування заходів по очищенню поверхневих вод від нафтопродуктів.

### **Об'єкти та методи дослідження**

У якості об'єктів дослідження виступають діючі нафтогазовидобувні свердловини БУ «Укргазвидобування» – Новопавлівська та Красноградська-104, що розташовані на території с. Новопавлівка та с. Кобзівка Красноградського району Харківської області. Свердловини приурочені до слабогорбистих рівнин, порізаних ярами та балками з темно-сірими гумусованими суглинками. Промислові майданчики даних свердловин представляють собою наземний комплекс бурового обладнання та споруд, амбри-накопичувачі, службові та побутові приміщення та інші об'єкти. При експлуатації даних свердловин основними потенційними джерелами забруднення поверхневих та підземних виступають мінералізовані пластові води, відходи буріння (відпрацьо-

ваний буровий розчин, бурові стічні води і буровий шлам та ін.

Слід зазначити, що природоохоронні заходи, що вживаються для промислових майданчиків, не забезпечують повного попередження впливу свердловин на довкілля. Зокрема, земляні амбри-накопичувачі для утилізації відходів буріння, бурового шламу та дощових і талих вод із промислового майданчика, організовані із порушенням відповідних вимог та є переповненими. Тому висота обвалування мінеральним ґрунтом по периметру амбарів не забезпечує попередження витікання нафтовмістних вод під час дощів. Крім того, під час вантажорозвантажувальних робіт можливі проливи нафти на ґрунтовий покрив, просочування її в підземні водоносні горизонти, що живлять розташовані поряд поверхневі водні

об'єкти – Новопавлівський та Хрестищенський ставки. Потрапляння нафтопродуктів у ставки також можливе разом із поверхневим стоком по рельєфу місцевості.

У ході дослідження відібрані зразки поверхневих вод із Хрестищенського та Новопавлівського ставків, які знаходяться в зоні впливу даних нафтогазовидобувних свердловин, відповідно до вимог ГОСТ 17.1.5.05–85. Відібрані зразки аналізувалися за наступними показниками: прозорість, плаваючі домішки, рН, лужність, жорсткість загальна, кальцій, магній, залізо загальне, хлориди, сульфати, аміак, нітрати, нітриди, нафтопродукти, мідь, свинець, цинк, марганець, кадмій відповідно до вимог діючих методичних рекомендацій та стандартів [22].

Проведення порівняльного аналізу зміни параметрів якості води поверхневих водойм під впливом нафтогазовидобувних свердловин Красноградська–104 та Новопавлівська базувалось на основі співставлення фактичних значень досліджуваних показників якості води, що контролювалися під час хімічного аналізу з відповідними нормативами для водойм комунально-побутового значення, а саме СанПіН 4630–88 [19]. Також на основні отриманих результатів лабораторного аналізу зразків вод проведена оцінка якості води досліджуваних водних об'єктів шляхом розрахунку індексу забрудненості води (ІЗВ) за наступною формулою:

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{C_i}{ГДК_i} \right), \quad (1)$$

де ІЗВ – індекс забрудненості води;  
ГДК<sub>i</sub> – гранично допустима концентрація хімічного компонента;  
C<sub>i</sub> – фактична концентрація хімічного компонента;  
n – кількість інгредієнтів [21].

На основі отриманого значення показника ІЗВ визначався клас якості води за відповідною класифікаційною шкалою [21].

Розмір економічних збитків, спричинених забрудненням поверхневих водних об'єктів нафтопродуктами в результаті діяльності нафтогазовидобувних свердловин, визначався згідно з «Методикою розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання

водних ресурсів» [13]. Розрахунок збитків передбачав попередній розрахунок маси нафти, що потрапила у водні об'єкти в результаті перекачування нафти та вантажно-розвантажувальних робіт. Оскільки первинні дані щодо точної кількості нафти, що надійшла у водойми, відсутні, розрахунок маси нафти проводився методом експертних оцінок на основі результатів лабораторно-інструментального контролю.

В основі розрахунку маси нафти на основі експертних оцінок лежить візуальна оцінка товщини нафтової плівки за її зовнішніми ознаками. Метод застосовано за умови, що товщина нафтової плівки не перевищує 1 мм. Загальна маса нафти, скинутої у водний об'єкт (M<sub>н</sub>), визначалась за формулою (2):

$$M_n = M_{п} / (1 - \varepsilon), \quad (2)$$

де M<sub>п</sub> – маса нафтової плівки, т;  
ε – частка нафти, розчинена і емульгована у воді (для водойм ε = 0,15) [13].

Маса нафтової плівки (M<sub>п</sub>) визначалась за формулою (3):

$$M_{п} = M_{пм} \times S \times 10^{-6}, \quad (3)$$

де M<sub>п</sub> – маса нафтової плівки, т;  
M<sub>пм</sub> – питома маса нафти на 1 м<sup>2</sup> поверхні води, г/м<sup>2</sup> (визначається згідно з додатком 1 «Методики...» [13]).

Розрахунок розмірів відшкодування збитків, заподіяних водним об'єктам внаслідок забруднення речовина у чистому вигляді у складі продукції чи сировини (в даному випадку нафтопродуктів) проводився за формулою (4):

$$З = K_c \times K_{кат} \times K_p \times K_3 \times [(M_{i1} \times \gamma_{i1}) + (M_{i2} \times \gamma_{i2}) + (M_{im} \times \dots \times \gamma_{im})], \quad (4)$$

де K<sub>c</sub> – коефіцієнт, що враховує збільшення шкоди водній екосистемі при самовільному чи аварійному скиді (K<sub>c</sub> = 1,5);

K<sub>кат</sub> – коефіцієнт, що враховує категорію водного об'єкта, який визначається згідно з додатком 2 «Методики...» [13];

K<sub>p</sub> – регіональний коефіцієнт дефіцитності водних ресурсів поверхневих вод, який визначається згідно з додатком 3 «Методики...» [13];

$k_3$  – коефіцієнт ураженості водної екосистеми ( $k_3 = 1,5$ );

$m$  – кількість забруднюючих речовин у зворотних водах;

$M_i$  – маса наднормативного скиду  $i$ -тої забруднюючої речовини у водний об'єкт зі зворотними водами, т;

$\gamma_i$  – питомий економічний збиток від забруднення водойм у поточному році (грн/т) [13].

На основі результатів проведеної еколого-економічної оцінки впливу нафтовидобувних свердловин на поверхневі водні об'єкти запропоновані природоохоронні заходи щодо видалення нафтопродуктів із води Новопавлівського та Хрестищенського ставків, які включали в себе механічні, хімічні та біологічні методи очистки. Для визначення найбільш ефективного та економічно доцільного методу здійснено оцінку економічної та екологічної ефективності запропонованих заходів. Оцінка економічної ефективності запропонованих заходів проводилася за формулою:

$$E_v = \frac{E}{C + E_n * K}, \quad (5)$$

де  $E_v$  – економічна ефективність від природоохоронних заходів;

$E$  – економічний ефект від природоохоронних заходів, вжитих на досліджуваному об'єкті, грн;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень в природоохоронні заходи ( $E_n = 0,15$ );

$C$  – експлуатаційні витрати на природоохоронні заходи, грн;

$K$  – капітальні витрати на природоохоронні заходи, грн [3].

Екологічна ефективність витрат на природоохоронні заходи розраховувалась за різницею показників негативного впливу на навколишнє середовище до та після проведення заходів за формулою:

$$E_{екол} = \frac{\Delta B}{3} = \frac{B_1 - B_2}{C + E_n * K}, \quad (6)$$

де  $\Delta B$  – зниження забруднення навколишнього середовища, т;

$B_1$  – обсяги забруднення до впровадження заходів, т;

$B_2$  – обсяги забруднення після впровадження заходів, т;

$C$  – експлуатаційні витрати на природоохоронні заходи, грн;

$K$  – капітальні витрати на природоохоронні заходи, грн.;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень природоохоронного призначення ( $E_n=0,15$ ) [3].

### Результати та обговорення

За результатами лабораторного аналізу встановлено, що у воді Новопавлівського та Хрестищенського ставків вміст нафтопродуктів складав 1,5–2 ГДК, Fe – 3–4 ГДК, Pb – 2,5–4 ГДК, Cd – 3–5 ГДК; а у воді Новопавлівського ставка також Mn – 2,5 ГДК та Ca – 1,5 ГДК згідно з СанПін 4630–88 [19]. Отримані результати свідчать про недотримання вимог природоохоронного законодавства та потенційне надходження поллютантів ззовні з поверхневим стоком із території промислових майданчиків свердловин Новопавлівської та Красноградської–104. Тому для оцінки якості води досліджуваних ставків проведено розрахунок ІЗВ за формулою (1). Виявлено, що згідно з відповідною класифікаційною шкалою [21] вода

Новопавлівського ставка належить до V класу якості (брудна) (ІЗВ=5,1), а Хрестищенського – до IV класу (забруднена) (ІЗВ=3,9).

У ході польових досліджень за зовнішніми ознаками стану досліджуваних поверхневих водних об'єктів на поверхні водного дзеркала виявлена нафтова плівка. Забруднення ставків нафтопродуктам підтверджене і за результатами лабораторного аналізу, про що було сказано вище. У зв'язку з цим розраховані збитки, спричинені внаслідок забруднення Новопавлівського та Хрестищенського ставків нафтопродуктами за формулами (2)–(4). Усі вихідні дані, необхідні для розрахунку збитків, зведені в табл. 1.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку економічних збитків, заподіяних від забруднення нафтопродуктами  
Новопавлівського та Хрестищенського ставків

Показник	Новопавлівський ставок	Хрестищенський ставок
$M_{\text{п}}$ (питома маса нафти), т	0,0000126	0,0000173
$M_{\text{н}}$ (маса нафти), т	0,0000148	0,0000203
$S$ (площа поверхні води, забрудненої нафтою), $m_2$	63	86
$K_{\text{р}}$ (регіон. коеф. дефіцитності води)	1,19	
$K_{\text{кат}}$ (коеф., що враховує категорію водного об'єкта)	1,0×1,5	
$K_3$ (коефіцієнт ураженості водної екосистеми)	1,5	
$K_с$ (коеф. збільшення шкоди водній екосистемі)	1,5	
$A_i$ (відносний показник небезпечності забруднюючої речовини)	3,33	
$\gamma_i$ (питомий економічний збиток на поточний рік)	2557,64	

Отже, в результаті розрахунків встановлено, що Новопавлівська свердловина завдає збитків державі за забруднення поверхневих вод у розмірі 1520,27 грн, а Красноградська–104 – 2224,24 грн. Результати, отримані у ході дослідження, свідчать про необхідність розробки та впровадження комплексу природоохоронних заходів на нафтогазовидобувних промислах, що входять до складу БУ «Укргазвидобування». Крім того, слід розробити відповідні заходи щодо ліквідації негативних наслідків впливу Новопавлівської та Красноградської–104 свердловин на водні ресурси.

У зв'язку з цим у ході досліджень проаналізовано наступні методи очистки поверхневих вод від забруднення нафтопродуктами – механічний метод, хімічний метод на основі застосування синтетичних нафтових сорбентів та біологічний метод, з метою визначення найбільш ефективного методу для зменшення концентрацій нафтопродуктів у Новопавлівському та Хрестищенському ставках до нормативних вимог.

Ефективність механічного способу очищення розрахована на прикладі застосування скіммеру на фіксованій стійці моделі Kripsol SKSL, який складається з фільтру грубого очищення, плаваючої заслінки, перехідника для підключення до насосу. Принцип дії такого скіммеру наступний: забруднена вода через форсунки, які забезпечують стікання верхнього шару води в місце розташування скіммерів, за допомогою насосів подається по системі трубопроводу на фільтр. Враховуючи вартість (близько 1210,86 грн) та фільтрувальну здат-

ність ( $5 \text{ м}^3/\text{год}$  при ефективності очищення близько 99%) скіммеру, а також глибину видалення нафтопродуктів (0,2 м) та площі Хрестищенського та Новопавлівського ставків ( $64 \text{ м}^2$  та  $48 \text{ м}^2$  відповідно), можна зробити висновок, що даний метод є нерентабельним.

При оцінці ефективності хімічних методів очистки у якості нафтового сорбенту обраний такий синтетичний органічний матеріал як поролон листовий гранульований. Обраний вид сорбенту є матеріалом зі спеціально підбраною губчастою структурою, яка забезпечує високий рівень сорбції та очищення води. Поролон як сорбент має наступні техніко-економічні параметри: розміри  $32 \times 12 \times 2$  см; вартість за одиницю – 10,49 грн. Виходячи із площі водойм, затрати сорбенту для видалення нафтової плівки з поверхні Новопавлівського ставка становлять 13 112, 5 грн (за 1250 одиниць сорбенту), а Хрестищенського ставка – 17 486,83 грн (за 1667 одиниць сорбенту). Економічна ефективність, розрахована за формулою (5), становить:  $E_{\text{в}}$  (Новопавлівський став) = 0,11 грн/грн та  $E_{\text{в}}$  (Хрестищенський став) = 0,12 грн/грн. Отже, навіть без врахування вартості оплати праці, економічна ефективність використання поролону як нафтового сорбенту для видалення нафтової плівки є низькою.

Серед біологічних методів очистки обрано сорбент «Еконадін», являє собою органічний матеріал (верховий сфагновий торф) з високою абсорбційною ємністю, на який нанесені авірулентні нафтоокислюючі бактерії, що проявляють сорбційну та де-

структивну активність по відношенню до вуглеводнів нафти. Препарат має гідрофобні і плавучі властивості, екологічно чистий, не токсичний, безпечний для довкілля. Препарат дозволяє ліквідувати забруднення нафтопродуктами без нанесення екологічного збитку та в мінімальні терміни, забезпечує подальше відновлення природного балансу і стимуляцію природних самоочисних процесів. Абсо-

рбційна ємність даного препарату складає від 1:4 ~1:8, тобто 1 одна упаковка (0,7 кг) «Еконадіну» сорбує 3–6 кг нафтопродуктів [2].

Експлуатаційні витрати при застосуванні біологічного методу видалення нафтопродуктів із використанням препарату «Еконадін» наведено у табл. 2., а капітальні витрати рівні нулю.

Таблиця 2

#### Експлуатаційні витрати при застосуванні біологічного методу очистки

Витрати	Хрестищенський став	Новопавлівський став
Експлуатаційні витрати (грн), в т.ч. :		
• на транспортування*	5,15	5,15
• вартість «Еконадіну»	0,61	0,70
• витрати на оплату праці	36,5	36,5
Всього	42,26	42,35

*Примітка: витрати на транспортування біопрепарату «Еконадін» розраховані з урахуванням тарифів на послуги підприємства «Укрпошта»*

Економічний ефект від застосування препарату «Еконадін» визначався за різницею економічних збитків від забруднення досліджуваних поверхневих водойм до та після проведення очистки. Таким чином, розрахований економічний ефект буде становити 2224,24 грн для Хрестищенського ставу, та 1520,27 грн – для Новопавлівського ставу. Розрахована економічна ефективність становить:  $E_v$  (Новопавлівський став) = 35,86 грн/грн та  $E_v$  (Хрестищенський став) =

52,63 грн/грн. На основі отриманих даних був здійснений розрахунок екологічної ефективності природоохоронних витрат при очищенні води досліджуваних ставків від нафтопродуктів біологічним методом за формулою (6):  $E_{\text{екол}}$  (Новопавлівський став) = 0,016 мг/л/грн та  $E_{\text{екол}}$  (Хрестищенський став) = 0,010 мг/л/грн. Таким чином, при застосуванні «Еконадіну» 1 затрачена гривня дозволяє зменшити концентрацію нафтопродуктів у воді досліджуваних водойм на 0,010–0,016 мг/л.

#### Висновки

Результати проведеної еколого-економічної оцінки впливу Красноградської–104 та Новопавлівської нафтогазовидобувних свердловин БУ «Укргазвидобування» на поверхневі води дозволяють сформулювати наступні висновки.

1. Вплив об'єктів нафтогазовидобувного комплексу на довкілля торкається всіх природних компонентів. Надходження нафти та нафтопродуктів у водні об'єкти можливе за рахунок аварійних розливів, потрапляння у ґрунт під час буріння та експлуатації свердловин та вантажо-розвантажувальних робіт, просочування через ґрунтовий профіль у водоносні горизонти, що живлять поверхневі водні об'єкти. Крім того, значний внесок у нафтове забруднення геосистем поверхневих водойм вносить неорганізоване відведення зливого та талого стоку з територій про-

мислових майданчиків нафтопромислів, забруднених нафтопродуктами та паливно-мастильними матеріалами.

2. У ході дослідження встановлено, що в процесі експлуатації Новопавлівська та Красноградська–104 нафтогазовидобувні свердловини чинять негативний вплив на якість води поверхневих вод – Новопавлівського та Хрестищенського ставків. Так, за результатами хімічного аналізу для води Новопавлівського та Хрестищенського ставків встановлено недотримання нормативних вимог за вмістом нафтопродуктів (1,5–2 ГДК), Fe (3–4 ГДК), Pb (2,5–4 ГДК), Cd (3–5 ГДК). Це, в свою чергу, негативно позначається на якості води. Відповідно до критеріїв оцінки якості вод за ІЗВ (без урахування водності) вода Новопавлівського ставка відноситься до V класу якості (брудна), а

вода Хрестищенського ставка – до IV класу якості (дуже брудна).

3. Забруднення поверхневих вод нафтопродуктами не лише призводить до деградації водних екосистем, але й завдає економічних збитків державі. Так, результатами еколого-економічної оцінки Новопавлівська свердловина завдає збитків за забруднення поверхневих водних об'єктів нафтопродуктами у розмірі 1520,27 грн, а Красноградська–104 – 2224,24 грн.

4. Проаналізовано ефективність використання механічного методу, застосування синтетичних нафтових сорбентів та біологічного методу щодо зменшення концентрацій нафтопродуктів у Новопавлівському та Хрестищенському ставках до нормативно встановлених вимог. Враховуючи техніко-економічні показники механічного очищення поверхневих вод, площу досліджуваних водойм та обсяги розрахованих збитків від їх забруднення нафтопродуктами, встановлено, що використання методу механічної очистки на основі скіммера моделі Kripsol SKSL не є раціональним.

5. Розраховані показники економічної ефективності використання поролону як синтетичного нафтового сорбенту для очистки води досліджуваних водойм від нафтопродуктів показують, що ефективність використання даного методу навіть без врахування вартості оплати праці також є низькою (0,11–0,12 грн/грн).

6. Встановлено, що найбільш економічно ефективним та екологічно безпечним методом очистки поверхневих вод від нафтопродуктів є біологічний метод на основі застосування препарату «Еконадін». Економічна ефективність застосування «Еконадіну» як біосорбенту є досить високою порівняно із синтетичними нафтовими сорбентами і складає 52,63 грн. економічного ефекту на 1 затрачену гривню від природоохоронного заходу для Хрестищенського ставка та 35,86 грн – для Новопавлівського ставка. Крім того, застосування «Еконадіну» дозволяє досягти майже 95% ступеню очищення води від нафтопродуктів, не чинячи при цьому токсичного впливу на гідробіонтів.

### Література

1. Белоусова А. П. Изменение химического состава подземных вод нефтяного месторождения под влиянием техногенеза / А. П. Белоусова // Водные ресурсы. – М. : Госгеотехиздат 2001. – С. 88–98.

2. Біопрепарат «Еконадін» – сорбент біодеструктор вуглеводнів нафти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.econad.com.ua/index.php?page=8&pg=4&ln=ua>

3. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды / А. С. Быстров, В. В. Варанкин, М. А. Виленский. – М. : Экономика, 1986. – 96 с.

4. Гавадзин Н. О. Природно-техногенні процеси та економічні збитки від шкідливих впливів нафтогазових підприємств на навколишнє середовище / Н. О. Гавадзин // Науковий вісник ІФН-ТУНГ. Економіка та організація виробництва. – 2010. – № 1 (23). – С. 125–130.

5. Демеуова А. А. Снижение загрязнения подземных вод при эксплуатации нефтяных скважин : автореф. дис. ... канд. техн. наук, спец. 03.00.16 – экология / А. А. Демеуова. – Алматы, 2010. – 22 с.

6. Каменщиков Ф. А. Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта / Ф. А. Каменщиков, Е. И. Богомольный. – М. –

Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006. – 528 с.

7. Кахраманлы Ю. Н. Пенополимерные нефтяные сорбенты. Экологические проблемы и их решения / Ю. Н. Кахраманлы. – Баку : «Элм», 2012. – 305 с.

8. Крайнюков О. М. Особливості розповсюдження вуглеводневого забруднення та оцінка його впливу на геоекологічний стан басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області: автореф. дис. ... канд. геогр. наук, спец. 11.00.11 / О. М. Крайнюков. – Харків, 2007. – 20 с.

9. Кузнецова И. А. Микробиологическая оценка последствий нефтяного загрязнения водоемов / И. А. Кузнецова, А. Н. Дзюбан // Современные проблемы гидробиологии Сибири : Тез. докл. Всесоюз. конф. – Томск, 2001. – С. 123–124.

10. Кулакова С. А. Техногенная трансформация экосистем в районах нефтедобычи (на примере Шагирто-Гожанского месторождения нефти) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук, спец. 25.00.36 – геоэкология / С. А. Кулакова. – Пермь, 2007. – 19 с.

11. Луценко А. Н. О применении инновационных сорбентов и устройств для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс] / А. Н. Луценко // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». – 2012. – Вып. № 3 (43). – С. 1–8. – Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb>

12. Макарова Н. С. Економіка природокористування : навч. посібник / Н. С. Макарова,



13. Л. Д. Гармідер, Л. В. Михальчук. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 332 с.

14. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів // Затверджена Міністерством охорони навколишнього середовища і ядерної безпеки від 1.06.1995 №162/698. – 17 с.

15. Набаткин А. Н. Применение сорбентов для ликвидации нефтяных разливов / А. Н. Набаткин, В. Н. Хлебников // Нефтяное хозяйство. – 2000. – № 11. – С. 61.

16. Некрасова И. Л. Эколого-геохимическая характеристика отходов строительства нефтяных скважин : на примере Пермского Прикамья : дис. ... канд. техн. наук, спец. 25.00.36 / И. Л. Некрасова. – Пермь, 2003. – 186 с.

17. Низамов Р. Х. Очистка нефтезагрязненных вод сорбционными материалами на основе отходов валяльно-войлочного производства: дис. ... канд. техн. наук, спец. 03.02.08 / Р. Х. Низамов. – Казань, 2011. – 183 с.

18. Николаева Т. И. Комплексная оценка влияния объектов нефтегазовой отрасли на природные экосистемы : на примере Нефтегоганского и Сургутского районов ХМАО-Югры Тюменской области : дис. ... кандидата технических наук : 03.00.16 / Т. И. Николаева. – Уфа, 2008. – 171 с.

19. Особенности очистки воды от нефтепродуктов с использованием нефтяных сорбентов,

фильтрующих материалов и активных углей / Е. В. Веприкова, Е. А. Терещенко, Н. В. Чесноков и др. // Journal of Siberian Federal University. – Chemistry. – 2010. – № 3. – С. 285–304.

20. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения : СанПиН № 4630-88. – [Действует с 01.01.1989]. – М. : Минздрав СССР, 1988. – 59 с.

21. Скримерры – забор верхнего слоя воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.watermart.ua>

22. Сніжко С. Оцінка та прогнозування якості природних вод / С. Сніжко. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 264 с.

23. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 1. Методы химического анализа вод : СЭВ. – М. : Изд-во СЭВ, 1987. – 1244 с.

24. Хлесткин Р. Н. Ликвидация разливов нефти при помощи синтетических органических сорбентов / Р. Н. Хлесткин, Н. А. Самойлов, А. В. Шеметов // Нефтяное хозяйство. – 1999. – № 2. – С. 46-49.

25. ECONAD SKM скиммеры, масло/жиро/нефтеуловители [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.econad.com.ua/>

Надійшла до редколегії 09.03.2015