

## **Економічна доцільність використання біологічних інженерних споруд**

М.І. Кулик, кандидат технічних наук

Н.Б. Кравченко, старший викладач

К.Б. Уткіна, кандидат географічних наук

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

*Проведено оцінку стану ґрунтів, ґрунтових, підземних та стічних вод с. Лиман Харківської області. Надано еколого-економічне обґрунтування впровадження біоінженерних споруд на території с. Лиман для покращення стану компонентів навколишнього середовища.*

Останнім часом зростає інтерес не тільки спеціалістів, але і промисловців в області очищення стічних вод до природних методів біологічного очищення, що засновані на використанні різного виду природних та штучно створених заболочених ділянок. Скоріш за все це пов'язано, по-перше, з наявністю в державі великої кількості традиційних очисних споруд, які не функціонують або очищують стічні води на 10–30 %, а по-друге з відсутністю коштів на їх ремонт та експлуатацію, а також значної кількості каналізаційних споруд у сільських населених пунктів, що робить їх джерелом забруднення поверхневих та підземних вод [1].

Господарсько-побутові стоки, звісно призводять до біологічного й хімічного забруднення води, що може викликати шлунково-кишкові захворювання (холери, тиф) та захворювання печінки (гепатит). Особливо небезпечні стічні води пунктів санітарної обробки білизни та спецодягу, стоки від лікарень, побутові стоки, які, потрапивши у воду, можуть спричинити різні глистові захворювання (аскаридоз, ехінокоз тощо). До непередбачуваних процесів часто можуть призвести органічні забруднення – зв'язування кисню у воді, загибелі живих організмів та фітопланктону. Надлишки у воді фосфору та азоту є причиною її цвітіння та порушення біологічної рівноваги у водоймах.

З початку 60-х років минулого століття в інституті Макса Планка (Німеччина) було розроблено біологічний метод очищення стічних вод. У 1970–1980 рр. цей напрям досліджень був подовжений і розвинений у США, Данії, Великобританії, Росії.

Нині для очищення невеликих об'ємів стічних вод широко використовуються технології, засновані на природних процесах самоочищення, що відбуваються у водному середовищі за участю мікроорганізмів та вищої водної рослинності і мають назву Constructed Wetlands [1].

В Україні споруди, що засновані на природних процесах самоочищення, мають назву “Біоінженерні очисні споруди” (БІС) або “біоплато” [1]. За допомогою БІС ефективно видаляють такі забруднення стічних вод, як БСК, ХСК, завислі речовини, сполуки групи азоту (нітрати, нітрити, амоній), іони

ряду металів, вуглеводні (нафтопродукти). Діючі у ряді місць та на деяких підприємствах Харківської та Сумської областей БІС підтверджують свою екологічну та економічну ефективність очисних споруд цього типу.

Село Лиман розташоване в південній частині Зміївського району, віддалене на 54 км від м. Харків, відстань від м. Зміїв – 18 км шосейним шляхом та 23 км залізницею. Територія Лиманської сільради становить 7,8 тис. га, населення – 3665 чол. Об'єктами, які формують екологічний стан території Лиманської сільради, є підприємства сільськогосподарського виробництва (6 од.), підприємства торгівлі та обслуговування населення (37 од.), заклади освіти та охорони здоров'я (6 од.), житловий сектор (1495 дворів). У с. Лиман відсутні діючі очисні споруди стічної води та зливової станції для прийняття рідких нечистот. Водовідведення на 100 % здійснюється у вигрібні ями, які не мають достатньої гідроізоляції. Відповідно до нормативних показників загальний обсяг рідких відходів від домоволодінь та об'єктів невиробничих складає 41621,8 м<sup>3</sup>/рік, з них фактично видаляється автотранспортом на очисні споруди у м. Зміїв лише 210 м<sup>3</sup>/рік (0,5 %) [2].

**Метою даної роботи** є обґрунтування впровадження сучасної фітотехнології “біоплато” для очищення побутових стічних вод в районі с. Лиман Зміївського району Харківської області.

Методи дослідження: аналітичні – літературний огляд за темою, узагальнення результатів аналізу; розрахункові – стосовно економічного ефекту та ефективності природокористування.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Аналіз стану забруднення ґрунту та ґрунтових вод, питної та стічної води с. Лиман було проведено за матеріалами звіту Асоціації Харківського міжгалузевого центру екологічної освіти, виховання та науково-практичної діяльності “Харків-Екоцентр” [2]. Під час дослідження на території житлової забудови села було відібрано 40 проб ґрунту, 14 проб колодязної, 18 проб питної води та декілька проб стічних вод об'єктів житлового сектору та соціально-побутової сфери.

Щодо середнього вмісту мікроелементів у ґрунтах різного гранулометричного складу відмічено, що концентрації Ti, Pb, Mn, Cu, Sr, Cr, Ni не перевищують фонових значень. Підвищення концентрації Zn спостерігається із збільшенням глибини залягання ґрунту, концентрації цього елемента у важкосуглинистих та глинистих ґрунтах перевищують фонові значення у 1,3 раза. Вміст Co у легкосуглинистих лесах перевищує фонові концентрації у 2,2 раза, Mo має незначні перевищення порівняно з фоном у ґрунтах різного гранулометричного складу.

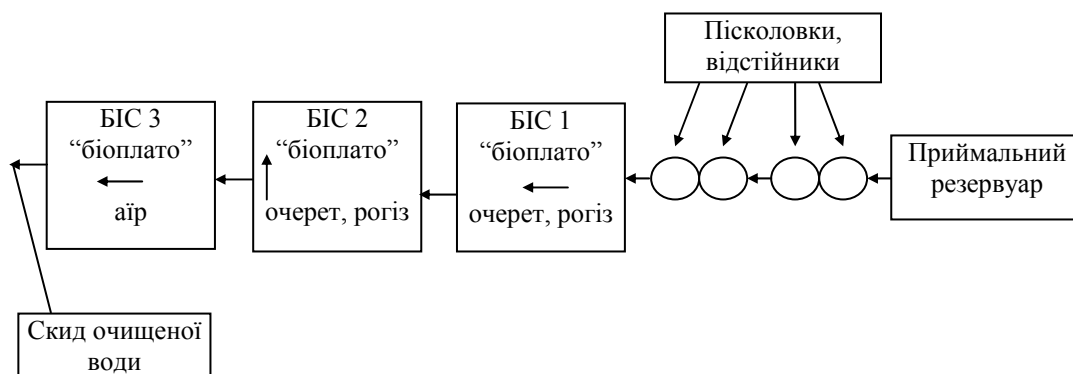
Узагальнення та аналіз даних дослідження ґрунтових (колодязних) вод с. Лиман, яке проводили на глибині від 2,0 до 5,0 м, показали перевищення вимог ДСанПін 2.2.4-171-10 за такими показниками: загальна жорсткість сягає 32,3 мг-екв/дм<sup>3</sup> (нормативне значення до 10 мг-екв/дм<sup>3</sup>); вміст нітратів – від 67,25 до 545,6 мг/дм<sup>3</sup> ( $\leq 50$  мг/дм<sup>3</sup>); сульфатів не виявлено у більшості проб, але в деяких пробах до 3920 мг/дм<sup>3</sup> ( $\leq 500$  мг/дм<sup>3</sup>) [3].

Зареєстровано перевищення у 2,8 раза нітратів у питній воді.

Дослідження стічних вод об'єктів ЖКГ та соціально-побутової сфери показали, що є значне перевищення ГДК для води водних об'єктів культурно-побутового водокористування за фосфором та азотом амонійним.

Таким чином, неочищена стічна вода від домоволодінь та об'єктів невиробничої сфери потрапляє в підземні водоносні горизонти й може погіршувати якість ґрунтів та підземних вод.

Очищення побутових стічних вод у с. Лиман (з розрахунковим обсягом стічних вод 250 м<sup>3</sup>/добу) з використанням БІС типу "біоплато" може бути реалізовано за певною схемою (рисунок).



**Загальна схема очищення стічних вод на території с. Лиман**

Згідно з даними, які надає УкрНДІЕП, орієнтовні витрати на очисні споруди типу БІС такі: капітальні витрати на будівництво – 1400–2500 грн/м<sup>3</sup> стічних вод на добу; експлуатаційні витрати – 500–1500 грн/міс. Враховуючи це, розраховано орієнтовні витрати для варіанта будівництва БІС у с. Лиман (таблиця) і наведено дані для споруд, які обслуговують подібні населені пункти. Порівнюючи можливі експлуатаційні витрати на БІС з фактичними витратами на вивезення стічних вод спецавтотранспортом на діючі очисні споруди у м. Зміїв, отримуємо річну економію в обсязі 90,1 тис. грн/рік.

**Витрати на очищення стічних вод\***

Показник	Традиційні очисні споруди	БІС с. Лиман	Вивезення спецавтотранспортом до м. Зміїв
Вартість проектування, тис.грн	500–3000	150,0	-
Капітальні витрати, тис.грн		600,0	-
Експлуатаційні витрати, тис.грн/рік	150–350	18,0	108,1
Q <sub>св</sub>	> 40 м <sup>3</sup> /доб.	250,0 м <sup>3</sup> /доб.	210,0 м <sup>3</sup> /рік

\* У цінах 2011 р.

Впровадження очисних споруд типу БІС у с. Лиман також сприятиме уникненню збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону водних ресурсів [4, 5]. За методикою розраховано відвернутий економічний збиток (економічний результат)

$$\Delta E = Zb_{до} - Zb_{після},$$

де  $Zb_{до}$ ,  $Zb_{після}$  – економічні збитки, заподіяні державі внаслідок забруднення поверхневих та підземних вод фільтратом побутових відходів, відповідно до й після впровадження БІС, тис.грн.

Економічні збитки до та після впровадження БІС розраховують за формулою

$$Zb = K_{кат} \cdot K_{РП} \cdot L \cdot \sum_{i=1}^m M_{\phi i} \cdot \gamma_i$$

де  $K_{кат}$  – коефіцієнт, що враховує категорію водного об'єкта;  $K_{кат} = 5$ ;  $K_{РП}$  – регіональний коефіцієнт дефіцитності підземних вод;  $K_{РП} = 1,04$ ;  $L$  – коефіцієнт, який враховує природну захищеність підземних вод;  $L = 1,0$ ;  $M_{\phi i}$  – маса  $i$ -тої забруднюючої речовини, що потрапила у підземний водний об'єкт з фільтратом, т/рік

$$M_{\phi i} = W_{\phi} \cdot C_i \cdot 10^{-6},$$

де  $W_{\phi}$  – об'єм фільтрату за розрахунковий період; у нашому випадку 41411,8 м<sup>3</sup>/рік;  $C_i$  – середня концентрація  $i$ -тої забруднюючої речовини у фільтраті, мг/л;  $\gamma_i$  – питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів, віднесений до 1 тонни умовної забруднюючої речовини, грн/т,

$$\gamma_i = \gamma \cdot A_i,$$

де  $\gamma$  – проіндексований питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів; у 2011 році  $\gamma = 766,96$  грн/т;  $A_i$  – безрозмірний показник відносної небезпечності  $i$ -тої забруднюючої речовини; визначається як  $1/ГДК_i$ .

Таким чином, результати розрахунків показують, що відвернутий економічний збиток становить 24 798 861 грн на рік.

Обчислено також загальну (абсолютну) економічну ефективність капітальних вкладень у БІС з формулою

$$E_k = \frac{\Delta E - Z}{K},$$

де  $Z$  – річні експлуатаційні витрати у БІС, тис.грн;  $K$  – капітальні витрати на БІС, тис. грн.

Загальна економічна ефективність капітальних вкладень у БІС становить 33,04.

Зазначимо, що в розрахунки не включено витрати на облаштування мережі для відведення стічних вод у БІС типу “біоплато”.

### **Висновки**

*Потрапляння неочищеної стічної води від домоволодінь та об'єктів невиробничої сфери в підземні водоносні горизонти у с. Лиман збільшує навантаження на ґрунти та підземні води. Показники загальної жорсткості ґрунтових вод, вмісту нітратів, концентрації сільфатів в деяких місцях перевищують вимоги ДСанПін 2.2.4-171-10. Спостерігаються перевищення*

нормативних значень за нітратами в пробах питної води. Можливе значне забруднення ґрунтів та ґрунтових вод фосфором й азотом амонійним через стічні води.

Для очищення стічних вод на території с. Лиман запропоновано впровадження БІС типу “біоплато”, доцільність якого підтверджена високими рівнями відвернутого збитку та економічної ефективності капітальних вкладень.

### **Бібліографія**

1. Біоінженерні очисні споруди: БІС (приклади ефективного використання керованого природного процесу самоочищення водного середовища) / *А.В. Гриценко, М.А. Захарченко, І.А. Рижикова, Л.І. Яковлева.* – Харків : Фінарт, 2006. – 36 с.

2. Звіт “Скоригованої версії розділу Поводження з відходами “Екологічної програми поліпшення стану території Лиманської сільської ради” на період 2011–2020 рр.” / Асоціація Харківського міжгалузевого центру екологічної освіти, виховання та науково-практичної діяльності “Харків-Екоцентр”. – Харків, 2011. – 54 с.

3. Наказ Міністерства охорони здоров'я України “Про затвердження Державних санітарних норм та правил “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” (ДСанПіН 2.2.4-171-10) № 400 від 12.05.2010 [Електроний ресурс] – Режим доступу: [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)

4. *Галушкіна Т.П.* Економіка природокористування: навчальний посібник / *Т.П. Галушкіна.* – Харків : Бурун Книга, 2009. – 480 с.

5. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України “Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів” № 389 від 20.07.2009 [Електроний ресурс] – Режим доступу: [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)