

ISSN 2306-9716

МІНІСТЕРСТВО ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ТА УПРАВЛІННЯ

---

# ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

---

---

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

**3-4 / 2016 (14-15)**

---

---

КИЇВ – 2016

**УДК 502+504**  
**ББК 20.1**

*Друкується за рішенням Вченої Ради Державної  
екологічної академії післядипломної освіти та  
управління (протокол № 4-11 від 14.12.2016)  
Свідоцтво про державну реєстрацію  
КВ № 15768–4240 р.*

**Екологічні науки:** науково-практичний журнал / Головний редактор О.І.  
Бондар. – К.: ДЕА, 2016. – № 13-14. – 194 с.

**Головний редактор:**

Бондар О.І., член-кореспондент НААНУ, д.б.н.,  
проф.

**Заступник головного редактора:**

Нагорнева Н.А.

**Науковий редактор:**

Машков О.А., д.т.н., проф.

**Відповідальний редактор:**

Сікачина В.Г.

**Відповідальний секретар:**

Трофименко Ю.І.

**Редакційна колегія:**

Аверін Г.В., д.т.н.; Азаров С.І., д.т.н.;  
Азасков В.М., д.т.н.; Байрак О.М., д.б.н.;  
Барабаш О.В., д.т.н.; Барановська В.Є., к.е.н.;  
Белецкий В.М., д.т.н. (Польща);  
Білявський Г.О., д.г.-м.н.;  
Богдасаров М.А., д.г.-м.н. (Республіка Білорусь)  
Бондаренко О.А., д.б.н.; Будзяк О.С. д.е.н.;  
Вашенко В.М., д.ф.-м.н.; Галушкіна Т.П., д.е.н.;  
Гавриленко В.В., д.т.н.; Глушков О.В., д.ф.-м.н.;  
Дутов О.І., д.с.-г.н.; Захматов В.Д., д.т.н.;

Зубова Л.Г., д.т.н.; Ільїн В.М., д.б.н.;  
Ільїн О.Ю., д.т.н.; Івашенко Т.Г., к.т.н.;  
Козелков С.В., д.т.н.; Коростіль Ю.С. (Польща), д.т.н.;  
Костишин С.С., д.б.н.; Кравченко Ю.В., д.т.н.;  
Крайнов І.П., д.т.н.; Кутлахмедов Ю.О.; д.б.н.;  
Лапшин Ю.С., д.т.н.; Левченко О.М., д.е.н.;  
Леонєв В.О. к.е.н.; Мальований М.С., д.т.н.;  
Машков В.А. (Чехія), д.т.н.;  
Машков О.А., д.т.н.; Мокін В.Б., д.т.н.;  
Москаленко А.М. к.е.н.; Моргун В.А., д.і.н.;  
Неділько С.М., д.т.н.; Пашков Д.П., д.т.н.;  
Пекло А.М., к.б.н.; Петриашвили Г., д.т.н. (Польща);  
Петрук В.Г., д.т.н.; Рудько Г.І., д.т.н., д.г.-м.н., д.г.н.;  
Сагалкін Ю.М., к.т.н.; Соколов Ю.М., д.т.н.;  
Тимошенко М.М., к.т.н.; Третяк А.М., д.е.н.;  
Трофимчук О.М., д.т.н.; Тупкало В.М., д.т.н.;  
Христо Атанасов Крагунов (Болгарія), PhD,  
професор;  
Чумаченко С.М., д.т.н.; Шматков Г.Г., д.б.н.;  
Юрченко А.Д. к.е.н.,  
Prof.Dr. Clemens Walther (Німеччина)  
Prof.Dr. Jan-Willem Vahlbruch (Німеччина)  
Prof.Dr. Stefan Bister (Німеччина)

Науково-практичний журнал «Екологічні науки» входить до переліку наукових фахових видань із двох галузей наук: Біологічні науки (Наказ Міносвіти України № 153 від 14.02.2014), Технічні науки (Наказ Міносвіти України № 642 від 16.05.2014).

Журнал публікує (після рецензування та редагування) статті, які містять нові теоретичні та практичні здобутки в галузі екологічних наук.

© Державна екологічна академія  
післядипломної освіти та управління,  
2016

---

---

## ЗМІСТ

---

---

<b>ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ.....</b>	<b>5</b>
<b>Ващенко В.М., Кордуба І.Б., Кризька Ю.М., Лоза Є.А.</b> Аналіз екологічної безпеки водойми-охолоджувача ЧАЕС в умовах смерчу і землетрусу.....	5
<b>Вознюк Н.М., Копилова О.М.</b> Особливості біологічного аналізу якості води. використання земноводних в якості індикаторів.....	11
<b>Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Демків А.М.</b> Методика розрахунку видудання <sup>137</sup> Cs у Чорнобильській зоні відчуження після природних пожеж.....	18
<b>Бєдункова О.О.</b> Диференційована оцінка якості поверхневих вод річок Рівненської області.....	25
<b>ЕКОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ В КОНТЕКСТІ СВРОІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ.....</b>	<b>41</b>
<b>Кащев М.А., Влади В.А., Манзенко С.В., Кащев Е.М.</b> Очистка агломерационных газов путем установки в габаритах коллектора инерционного аппарата «VAV», а также решения по достижению европейских норм выбросов в атмосферу.....	41
<b>ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ.....</b>	<b>49</b>
<b>Рудько Г.І., Савлущинський О.М.</b> Перспективи освоєння покладів сланцевого газу України як складова енергетичної безпеки держави.....	49
<b>Третяк А.М.</b> Економічна теорія власності на землю та інші природні ресурси: закон формування економічних відносин.....	58
<b>ТЕОРЕТИЧНА ЕКОЛОГІЯ.....</b>	<b>65</b>
<b>Машков О.А., Аль-Тамими Р.К.Н., Лами Д.Д.Х., Косенко В.Р.</b> Функціональна стійкість складних екологічно небезпечних динамічних об'єктів.....	65
<b>Пласкальний В.В.</b> Антропогенна трансформація ландшафтів.....	75
<b>ЕКОЛОГІЯ І ВИРОБНИЦТВО.....</b>	<b>83</b>
<b>Bondar O., Denysenko I.</b> Integrated research cleaning methods tubing polluted technogenically enhanced natural sources origin.....	83
<b>Ларин А.Н., Гарбуз С.В., Ковалёв А.А.</b> Новый экологически безопасный процесс принудительной вентиляции резервуаров хранения светлых нефтепродуктов.....	91
<b>Трохименко А.Г., Яценко Ц.Р., Магась Н.И.</b> Влияние шламовых массивов на окружающую среду и оценка возможности их фитомелиорации.....	103

<b>РОЗВИТОК ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ.....</b>	<b>110</b>
<b>Мележик О.В.</b> Оцінка стану парків-пам'яток садово-паркового мистецтва м. Києва.....	110
<b>Гетьман В.І.</b> Національний природний парк “Джарилгацький”.....	123
<b>ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОБЕЗПЕКИ .....</b>	<b>131</b>
<b>Задорожня Г.П., Паладченко О.Ф., Кваша Т.К.</b> Наукові дослідження інноваційного потенціалу за стратегічним пріоритетом “Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища”.....	131
<b>Овезгельдієв А.О., Прилипко А.И.</b> Модели и процедуры организационного управления биологическими ресурсами земли.....	142
<b>СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО.....</b>	<b>153</b>
<b>Анахов П.В.</b> Улучшение водного режима водохранилища за счет регулирования его глубины.....	153
<b>Красовський В.В.</b> Інтродукція та особливості розмноження сортів унабі ( <i>Zizyphus jujuba</i> mill.) в лісостепу України.....	159
<b>Лобунько А.В.</b> Землеустрій як основний механізм розподілу земель за основним цільовим призначенням у системі формування сталого землекористування .....	165
<b>Безвербна О.В., Білик Т.І., Рибчак О.П.</b> Проблеми еколого-токсикологічного контролю рекреаційних водних об'єктів.....	172
<b>Лебедева Е.С., Самохвалова А.И., Нестеренко Е.В.</b> Газообразные соединения в канализационных сетях как фактор экологической опасности труда.....	176
<b>Мовчан М.М.</b> Окремі аспекти інституціалізації боротьби з деградацією земель та опустелюванням в Україні.....	182
<b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>	<b>189</b>
<b>ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ.....</b>	<b>191</b>

---

---

# ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

---

---

УДК 504.058:558.567.3

## АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВОДОЙМИ- ОХОЛОДЖУВАЧА ЧАЕС В УМОВАХ СМЕРЧУ І ЗЕМЛЕТРУСУ

Ващенко В.М., Кордуба І.Б., Кризська Ю.М., Лоза Є.А.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
вул. вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ  
danileo@ukr.net

Розглянуто проблеми екологічної безпеки природно-техногенних водних комплексів. На прикладі водойми-охолоджувача ЧАЕС, яка знаходиться в районі з підвищеною смерчонебезпекою обґрунтовано можливість виникнення радіоекологічних ризиків в разі синхронного впливу смерчу і землетрусу на комплекс, може призвести до затоплення огорожувальної дамби. Наведено моделювання процесу за допомогою гідродинамічного методу професора В. І. Скалозубові, для упередження затоплення дамби і виносу радіоактивних речовин за межі водойми-охолоджувача. *Ключові слова:* ЧАЕС, водойма-охолоджувач, екологічний ризик, радіоекологія, гідрологія, смерч, землетрус, затоплення.

**Анализ экологической безопасности водоёма-охладителя ЧАЭС в случае смерча и землетрясения.** Ващенко В.Н., Кордуба И.Б., Кризская Ю.М., Лоза Е.А. Рассмотрены проблемы экологической безопасности природно-техногенных водных комплексов. На примере водоема-охладителя ЧАЭС, которая находится в районе с повышенной смерчонебезопасностью обоснована возможность возникновения радиоэкологических рисков в случае синхронного воздействия смерча и землетрясения на комплекс, может привести к затоплению ограждающей дамбы. Приведены моделирования процесса с помощью гидродинамического метода профессора В. И. Скалозубу, для предотвращения затопления дамбы и выноса радиоактивных веществ за пределы водоема-охладителя. *Ключевые слова:* ЧАЭС, водоем-охладитель, экологический риск, радиоэкология, гидрология, смерч, землетрясение, затопление.

**Analysis of environmental safety of Chernobyl NPP coolant pool in case of tornado and earthquake.** Vashchenko V., Korduba I., Kryzaska Y., Loza Y. The problems of ecological safety of natural technogenic water complexes are considered. For example, a Chernobyl NPP cooling water reservoir located in an area with a high tidal hazard justifies the possibility of occurrence of radioecological risks in the case of synchronous effects of tornadoes and earthquakes on the complex, may lead to flooding of the enclosure dam. The modeling of the process with the help of the hydrodynamic method of Professor V.I. Skalozubov is presented, in order to prevent flooding of the dam and the removal of radioactive substances outside the cooling water reservoir. *Keywords:* Chernobyl NPP, pond cooler, ecological risk, radioecology, hydrology, tornado, earthquake, flood.

Досвід перших років виведення з експлуатації водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС визначив необхідність вирішення завдань, пов'язаних із небезпечними радіоекологічними наслідками, які можуть виникнути в результаті зовнішніх екстремальних природних впливів на водойму-охолоджувач ЧАЕС (ВО ЧАЕС). До таких екстремальних явищ – смерчі і землетруси. Актуальним завданням є забезпечення екологічної безпеки протягом усього життєвого циклу водойми і запобігання негативних радіоекологічних наслідків при будь-яких комбінаціях природних і техногенних внутрішніх і зовнішніх впливах із урахуванням уроків великої Фукусімської катастрофи [2-4] та уроків радіоекологічної катастрофи на радіоактивному озері Карачай у 1967 році в Челябінській області. Аналіз головних уроків великої аварії на АЕС Фукусіма-Даїчі також виявив необхідність перегляду і вдосконалення детерміністичного аналізу впливу на ВО ЧАЕС подібних малоймовірних природних явищ [5].

Багаторічні сейсмічні спостереження показали, що ВО ЧАЕС розташована на території підвищеної смерчо- і сейсмоактивності [6-11]. У роботі [9] виявлено механізм значного посилення сейсмічних низькочастотних коливань, які виникають внаслідок впливу ґрунтових і гідрогеологічних умов у районі промислового майданчика та ВО ЧАЕС. Існує також ймовірність синхронного впливу смерчу і землетрусу на частково осушену чашу ВО ЧАЕС, що може спричинити утворення хвилі затоплення її огорожувальної дамби.

У роботі [1], опублікованій ще у 1989 році, показано, що ймовір-

ність виникнення смерчу в межах Чорнобильської зони відчуження дорівнює  $6 \cdot 10^{-3}$  1/рік. Аналогічні висновки також одержані й у роботі [10] на підставі аналізу численних даних, які частково наведені в роботах [12-16].

В основу моделювання можливості затоплення дамби ВО ЧАЕС при синхронному впливі на чашу водойми смерчу і землетрусу покладено гідродинамічний метод, запропонований В. І. Скалозубовим [2, 17]. Раніше цей метод успішно застосовувався для моделювання ризиків затоплення промайданчика Запорізької АЕС під впливом смерчу на її водойму-охолоджувач і на Каховське водосховище.

#### Основні положення моделі

У стратегії забезпечення абсолютної радіаційно-екологічної безпеки осушення ВО ЧАЕС на тривалих масштабах часу необхідно забезпечити підтримання оптимальної висоти рівня поверхні водної товщі в чаші водойми-охолоджувача, яка б екранувала винос радіоактивних нуклідів з її дна. При цьому особливу увагу слід приділити вивченню процесів можливого швидкого перерозподілу концентрацій радіоактивних забруднень у системі «вода-донні відкладення» внаслідок впливу на водойму смерчів і землетрусів.

Світовий досвід щодо забезпечення довгострокової екологічної безпеки радіоактивних водойм свідчить, що ця задача вирішується шляхом створення умов і засобів для швидкої зміни рівня водної поверхні в чаші водойми.

Обсяг, глибина і якість водної товщі повинні забезпечити повне екранування радіоактивних забруднень нако-

пичених у чаші водойми. При цьому коригування співвідношення висот огорожувальної дамби і рівня води у водоймі має гарантувати неможливість затоплення дамби в результаті впливу на водойму смерчів і землетрусів.

Головні особливості використаного в роботі методу пов'язані з удосконаленим гідродинамічним моделюванням динаміки хвилі затоплення і специфічними крайовими умовами затоплення дамби ВО ЧАЕС.

Основні положення моделі затоплення дамби ВО ЧАЕС такі:

- формування хвилі затоплення в загальному випадку відбувається під дією підйомної сили смерчу і сейсмічного поштовху та сил внутрішньої дисипації і гравітації водяного стовпа;

- форма хвилі затоплення моделюється у вигляді циліндра з площею перетину  $S$  та висотою  $h + h_b$  (де  $h_b$  – рівень води у ВО);

- консервативно вважається, що максимальний вплив смерчу над поверхнею ВО відбувається поблизу огорожувальної дамби;

- умовно вважається, що процес формування хвилі затоплення відбувається в два етапи: етап I – початковий етап загального впливу смерчу і землетрусу протягом часу  $t < \Delta t_3$ ; етап II – заключний етап впливу смерчу протягом часу  $t > \Delta t_3$ ;

- Формування хвилі затоплення вважається ізотермічним, а швидкість звуку у воді – значно більшою від швидкості зміни висоти хвилі затоплення.

Гідродинамічна модель затоплення дамби ВО при спільному впливі смерчу і землетрусу з урахуванням прийнятих припущень матиме вигляд:

$$H \frac{d^2 H}{dT^2} + (1 + \xi_r) \left( \frac{dH}{dT} \right)^2 + H = K_p \quad (1)$$

За таких початкових умов:

$$H(T=0) = 0, \quad (2)$$

$$\frac{dH}{dT}(T=0) = 0, \quad (3)$$

$$\frac{d^2 H}{dT^2}(t=0) = K_3, \quad (4)$$

$$\frac{d^2 H}{dT^2}(0 < t \leq \Delta t_3) = \frac{d^2 H}{dT^2}(T) + K_3, \quad (5)$$

де:

$$T = t / t_M;$$

$$t_M = \begin{cases} \Delta t_3 & (t \leq \Delta t_3), \\ \sqrt{h_{n0} / g} & (t > \Delta t_3); \end{cases}$$

$$H = h / h_{n0};$$

$$K_p = \Delta P / \rho g h_{n0};$$

$$K_3 = a_3 \Delta t_3^2 / h_{n0},$$

де  $t$  – поточний час формування хвилі затоплення;  $h_{n0}$  – початкова висота дамби над рівнем  $h_b$ ;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $\Delta t_3$  – тривалість поштовхів землетрусу;  $\Delta P$  – перепад тиску в результаті впливу смерчу;  $a_3$  – відгук прискорення землетрусу на поверхні ґрунту ВО;  $\xi_r = 0,2$  – зведений коефіцієнт гідродинамічної дисипації при формуванні хвилі затоплення в ВО.

### Результати дослідження

Рівняння (1) при початкових умовах (2) – (5) є нелінійним диференціальним рівнянням 2-го порядку, яке не має аналітичного розв'язку. Тому розв'язок був одержаний за допомогою методу Рунге-Кутта з точністю  $\pm 10\%$ .

Виходячи з головних результатів чисельного моделювання, представлених на рис. 1 і 2, можна зробити такі висновки.

У разі впливу лише одного землетрусу на ґрунт чаші ВО ( $K_p = 0$ ) граничні умови незатоплення дамби мають вигляд:

$$K_3 < 1 \cdot 10^3. \quad (6)$$

При цьому, на відміну від традиційних підходів, умови затоплення залежать не лише від відгуків прискорення землетрусу на поверхні ґрунту чаші ВО ( $K_3 \sim a_3$ ), але ще більшою мірою від тривалості сейсмічних поштовхів

$$(K_3 \sim \Delta t_3^2).$$

При мінімальній інтенсивності смерчів (F1.0) і спільному впливі землетрусу умова незатоплення дамби ВО має вигляд:

$$K_3 < 0,3 \cdot 10^3. \quad (7)$$

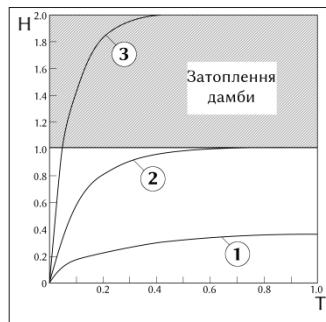


Рис. 1. Динаміка висоти хвилі в ВО під дією землетрусу ( $K_p = 0$ ):  
 1 –  $K_3 = 0,3 \cdot 10^3$ ; 2 –  $K_3 = 1 \cdot 10^3$ ;  
 3 –  $K_3 = 3,0 \cdot 10^3$

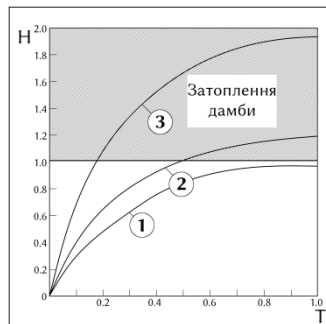


Рис. 2. Динаміка висоти хвилі в ВО під спільним впливом смерчу F 1.0 і землетрусу:  
 1 –  $K_3 = 0$ ; 2 –  $K_3 = 0,3 \cdot 10^3$ ; 3 –  $K_3 = 1 \cdot 10^3$ .

Аналіз відомих досліджень і експериментальних даних, а також уроки аварії на АЕС Фукусіма-Даїчі визначають необхідність додаткового вивчення питань щодо можливості затоплення дамби водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС при спільному впливі (в загальному випадку) смерчу і землетрусу, яке може призвести до катастрофічних екологічних наслідків.

### Висновки

Аналіз результатів відомих досліджень і експериментальних даних, а також уроки аварії на АЕС Фукусіма-Даїчі в Японії визначили необхідність додаткового вивчення питання можливості затоплення дамби водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС при спільному впливі смерчу і землетрусу, яке може призвести до небажаних екологічних наслідків.

Результати розрахункового моделювання показують, що консервативне затоплення дамби при проектному рівні води в ВО ЧАЕС, у результаті впливу на неї смерчу класу інтенсивності F1.0, не виникає. Внаслідок впливу смерчів класів інтенсивності F2.0 і F3.0 і більше відбувається затоплення дамби ВО ЧАЕС вже на початкових етапах формування хвилі від смерчу.

У результаті зняття з експлуатації ВО ЧАЕС шляхом її поступового осушення за рахунок інфільтрації води крізь захисну дамбу забезпечується зниження проектного рівня води приблизно на 6-7 м, тобто до рівня води в річці Прип'ять. За таких умов консервативне затоплення дамби від смерчів класу F 3.0 (і нижче класом) згідно з одержаними результатами не виникає.



Визначено граничні умови незатоплення дамби ВО при спільному впливі смерчу і землетрусу показують, що в разі впливу лише землетрусу на ВО ( $K_p = 0$ ) гранична умова незатоплення дамби:  $K_3 < 1 \cdot 10^3$ . При цьому, на відміну від традиційних підходів, умови затоплення залежать не лише від відгуків прискорення землетрусу на поверхні ґрунту чаші ВО, але також і від тривалості сейсмічних поштовхів.

При мінімальному класі інтенсивності смерчів F1.0 і за умови

синхронного виникнення землетрусу, гранична умова незатоплення дамби ВО має такий вигляд:  $K_3 < 0,3 \cdot 10^3$ .

З огляду на те, що Чорнобильська зона відчуження є територією із небезпекою виникнення смерчів класу інтенсивності F3.0, слід зробити однозначний висновок про необхідність підтримки рівня води в чаші ВО ЧАЕС з урахуванням умов можливого затоплення її огорожувальної дамби.

#### Література

1. Брюхань Ф.Ф., Ляхов М.Е., Погребняк В.Н. Смерчопасные зоны в СССР и размещение атомных станций // Изв. АН СССР. Сер. географ. – 1989. – № 1. – С. 40–48.
2. Скалозубов В.И., Оборский Г.А., Ващенко В.Н. и др. Комплекс методов переоценки безопасности атомной энергетики Украины с учетом уроков экологических катастроф в Чернобыле и Фукусиме. – Монография. – Одесса «Астропринт». – 2013. – 242 с.
3. Громов Г. В., Дыбач А. М., Зеленый О. В., Инюшев В. В. и др. Результаты экспертной оценки стресс-тестов действующих энергоблоков АЭС Украины с учетом уроков аварии на АЭС «Фукусима-1» в Японии // Ядерная радиационная безопасность. – 2012. – № 1 (53). – С. 3–9.
4. IAEA International Fact Finding Expert Mission Of The Fukushima Daichi NPP Accident Following the Great East Japan Earthquake and Tsunami: IAEA Mission Report. – IAEA, 2011. – 160 p.
5. Щодо Плану дій з виконання цільової позачергової перевірки та подальшого підвищення безпеки АЕС України з урахуванням подій на Фукусіма-1 / Колегія Держатомрегулювання, № 2 від 19.05.11 р.
6. Ващенко В.М., Кордуба І.Б. Аналіз смерчонебезпеки для вдосконалення технології екологічно безпечного виведення з експлуатації водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС. – «Екологічна безпека», – № 2/2016 (22), с. 128–136.
7. Волеваха В.А., Токарь Н.Ф. Шквали і смерчі на Україні в 1984–1985 гг. // Труды Украинского регионального научно-исследовательского института. – 1987. – Вып. 225. – С. 46–55.
8. Ромов А.И., Шишкин Н.С., Сосновская Р.П., Железняк О.М. Смерчи на Украине 30 мая 1985 г. // Метеорология и гидрология. – 1987. – № 2. – С. 27–36.
9. Страхов В.Н., Старостенко В.И., Харитонов О.М. и др. Сейсмические явления в районе Чернобыльской АЭС. – Геофизический журнал, том 19, N3, 1997, с. 3–15.
10. Сейсмологічні дослідження для безпеки ЧАЕС [Електронний ресурс] / Старостенко В.І. та ін. // Національна академія наук України — Чорнобілю: Зб. наук. пр. / НАН України. Нац. бібліотека України ім. В. І. Вернадського. – К., 2006. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/books/2006/chernobyl/svi.pdf>.
11. Кензера О.В. Сейсмічна небезпека і захист від землетрусів. – Вісник НАН України – 2015 – №2 – С. 44–57.
12. Пояснительная записка к Техническому решению «Про визначення критичних подій, які мають бути розглянуті при розробці проектної документації на виведення з експлуатації

- водоймища-охолоджувача Чорнобильської АЕС і вимог щодо радіаційних критеріїв кінцевого стану території». – 2012. – 7 с.
13. Талерко Н.Н., Гаргер Е.К., Кузьменко А.Г. Прогнозная оценка трансграничного переноса радионуклидов вследствие прохождения смерча над водоемом-охладителем ЧАЭС // Проблемы безопасности атомных электростанций и Чернобиля. – 2013. – Вип. 20.
  14. Каталог смерчей, которые наблюдались на территории Украины в 1987–2003 гг. – ВМП Укр ГМЦ. – 145 с.
  15. Снитковский А. И. Смерчи на территории СССР // Метеорология и гидрология. – 1987. – № 9. – С. 12–25.
  16. Наказ Держбуду України № 64 від 21.10.2002 «Основні нормативні вимоги та розрахункові характеристики смерчів майданчика Чорнобильської АЕС».
  17. Скалзубов В.И., Габляя Т.В. Повышение экологической безопасности атомной энергетики Украины в постфукусимский период. – А.А. Гудима, Т.В. Герасименко, И.Л. Козлов. – Киев. – 2013. – 120 с.

## ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ВОДИ. ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМНОВОДНИХ В ЯКОСТІ ІНДИКАТОРІВ

Вознюк Н.М., Копилова О.М.

Національний університет водного господарства  
та природокористування  
вул. Соборна, 11, 33000, м. Рівне  
Pralinetka92@mail.ru

Проаналізовано фактори, які потрібно враховувати при біологічному аналізі якості водного середовища: природні та антропогенні чинники, концентрації вмісту забруднюючих речовин, тривалість їх впливу, фізичні зміни середовища, розчинений кисень, кислотність та хелатування. Прیدілено увагу земноводним як біоіндикаторам стану гідроекосистем. Систематизовано основні показники стану амфібій на основі яких можливе проведення біологічного аналізу. *Ключові слова:* біологічний аналіз, водне середовище, гідробіонти, гідро екосистема, земноводні, індикатори, показники.

**Особенности биологического анализа качества воды.** Использование земноводных в качестве индикаторов. Вознюк Н.Н., Копилова О.М. В статье проанализированы факторы, которые нужно учитывать при биологическом анализе качества водной среды: природные и антропогенные факторы, концентрации содержания загрязняющих веществ, продолжительность их воздействия, физические изменения среды, растворенный кислород, кислотность и хелатирования. Уделено внимание земноводным как одним из биоиндикаторов состояния гидроекосистем. Систематизированы основные показатели состояния амфибий на основе которых возможно проведение биологического анализа. *Ключевые слова:* биологический анализ, водную среду, гидробионты, гидро экосистема, земноводные, индикаторы, показатели.

**Features biological analysis of water quality.** Using amphibians as indicators. Voznyuk N., Kopylova O. The article analyzes the factors that should be considered when analyzing the biological quality of the water environment, including: natural and anthropogenic factors, concentrations of pollutants content, duration of exposure, physical changes in the environment, dissolved oxygen, acidity and helatuvannya. Attention is paid to amphibians as one of bioindicators state hidroekosystem. Systematized basic indicators of amphibians on which of the possible biological analysis. *Keywords:* biological analysis, aquatic environment, hydrobionts, hydro ecosystem, amphibians, indicators, indicators.

Усі живі організми, які населяють будь-яке середовище, є його складовою. Під тиском антропогенного впливу на довкілля, починаються трансформаційні процеси, які виявляються через деградацію екосистеми та порушення функціонування всієї

біоти. Вплив на один компонент спричиняє ланцюгову реакцію, яка згодом відображується на житті та здоров'ї населення.

Розроблені нормативи деякою мірою упереджують негативні наслідки впливу поллютантів на орга-

нізм людини. Проте все частіше з'являється інформація про порушення, які виникають у гідробіонтів під впливом вмісту забруднюючих речовин і у межах гранично допустимих концентрацій. Тому виникають сумніви щодо ефективності науково обґрунтованих значень при нормуванні впливу шкідливих домішок.

Отже, основною зміни системи моніторингу поверхневих вод, що декларуються Водною Рамковою Директивою (ВРД), є перехід з хімічного контролю на біологічний і заміна критеріального підходу до оцінки якості еталонним чи референтним підходом. На сьогодні змінюється ідеологія системи біологічних оцінок, які нині стають головним інструментом для визначення екологічного статусу (стану) водойм та водотоків.

Надлишок природних та шкідливих речовин у водних об'єктах, зміни, що виникають під їхнім впливом призводять до різних реакцій водних популяцій. Найбільш поширеними "відгуками" водних організмів на непридатні чи невідповідні умови середовища існування наведені у [1]:

- зміни видового складу угруповань гідро біонтів;
- зміни в домінуючих групах організмів середовища існування;
- збіднення видів;
- висока смертність на чутливих етапах життя, наприклад, яйця, личинки;
- смертність серед населення водного середовища в цілому;
- зміни в поведінці організмів;
- фізіологічні зміни в обміні речовин;
- гістологічні та морфологічні деформації.

### Виклад основного матеріалу

Усі живі організми – це відкриті системи через які здійснюються кругообіг речовин і потік енергії, будь-якою мірою придатні для біомоніторингу та біологічної оцінки якості води. Флора і фауна в конкретних водних системах функціонують під впливом різних гідрологічних, фізичних і хімічних чинників. Тому варто враховувати фактори, які впливають на біологічні системи у водному середовищі [1]:

1. *Антропогенний вплив* (наприклад, надходження токсинів, підвищення вмісту завислих речовин, модифікація середовища існування, зменшення вмісту кисню). Такі зміни формують основу оцінки якості води з використанням біоти як індикатора інтенсивності забруднення.

2. *Фізичні зміни у водному середовищі*. Наявність або відсутність конкретних водних організмів залежить від фізичних показників середовища і пов'язаних з ними місць існування, таких як швидкість течії, наявність великих каменів чи валунів або стоячі води з незначними відкладами. Такі характеристики можуть бути легко трансформовані внаслідок діяльності людини (створення річкових дамб, каналізаційних і дренажних схем тощо), а також можливі природні їх зміни через місцеві кліматологічні та географічні умови.

3. *Розчинений кисень*. Кисень є важливим фактором для водних організмів та хімічних характеристик довкілля. Здатність організмів вижити при різному рівні кисню у воді становить основу деяких біотичних показників та методів оцінки якості води. Витривалість низької концентрації кисню змінюється від виду до виду, навіть у межах одного роду,

тому більш доцільно працювати на видовому рівні для деяких методів біологічної оцінки.

4. *Тривалість впливу.* У біологічному сенсі, це тривалість фактичного впливу шкідливих концентрацій або іншої змінної в навколишньому середовищі, що цікавить. Тіло організму потребує деякий час (секунди або довше), щоб поглинати токсини і потім реагувати. Тим не менш, багато водних організмів реагують дуже швидко, особливо на токсичні речовини, і це може бути перевагою для розвитку методів біомоніторингу. Всмоктування поживних речовин водними організмами є зазвичай швидким, але їх подальше засвоєння вимагає часу. Наприклад, евтрофікація у водоймі – це довготривалий ефект.

5. *Концентрація.* Фізіологічні або поведінкові реакції водних організмів залежить від концентрації природних речовин і забруднювачів у навколишньому середовищі. Фактична екологічна концентрація речовини або сполуки спричиняє токсичний вплив на організм. Також на нього можуть впливати багато інших чинників навколишнього середовища (наприклад, наявність інших токсинів, недостатнє забезпечення поживними речовинами, недоліки фізичних факторів – зміни середовища існування, седиментація, посуха чи нестача кисню). Організм в стані стресу не зможе вижити при тій самій концентрації забруднюючої речовини, як при оптимальних умовах навколишнього середовища. Отже, токсична дія, що визначається лабораторними аналізами, може змінюватися залежно від різних експериментальних умов. Багато речовин мають суттєві відмінності в їх токсичності для різних

видів. Тому, щоб визначити екологічні наслідки повною мірою, необхідно використовувати набір тестів під стандартизовані обставини.

6. *Хелатування* (здатність органічних сполук зв'язувати іони металів). Прикладами хелатотворних агентів є гумінові і фульвові кислоти і з'єднання, такі як ЕДТО (етилендіамінтетраоцтова кислота). Ці сполуки можуть також повільно вивільняти пов'язані іони металів назад у воду. Хелатотворна здатність води, таким чином, залежить від вмісту гумінових кислот та інших лігандів, а також від жорсткості води. Твердість відіграє важливу роль в розподілі водної біоти і багато видів можна виділити в якості показників для жорсткої або м'якої води. Організмам з раковинами, які складаються з карбонату кальцію, потрібна висока концентрація кальцію у воді, в той час як веснянкам і деяким видам черв'яків – характеристики м'якої води. Різні вимоги можуть бути знайдені в межах одного виду організмів. Токсичність мікроелементів може також варіюватися залежно від твердості води. Наприклад, токсичність міді і цинку змінюється, в широких межах, залежно від концентрації кальцію у воді. Чим вище концентрація кальцію, тим нижче токсичність обох металів. Токсичність металів може бути знижена у водах з високим вмістом гумінових кислот внаслідок їх хелатуючого потенціалу.

7. *Кислотність.* Деякі організми чутливі до кислотності або лужності води. Водоносні горизонти, річки і озера, розташовані на водозбірних площах, що складаються з кислих порід або чистого кварцу мають води бідні кальцієм і магнієм, з низькою буферною ємністю. Додаткова

кислота надходить з "кислотними дощами", що спричиняє зниження рН води і може призвести до збільшення концентрації активних форм алюмінію випущеного з ґрунту оточуючих вододіл (Meubeck і співавт., 1989). При низькому рН (нижче 5.5) збільшений вміст алюмінію є токсичним для багатьох безхребетних і риб. Інші побічні ефекти, пов'язані з підкисленням виникають від мобілізації ртуті і кадмію, які є високотоксичними і можуть бути накопичені рибами, у тканинах їхнього організму.

Отже, враховуючи низку чинників, які впливають на стан водних організмів, необхідно шукати найбільш чутливі компоненти середовища для того, щоб достовірно встановлювати якість гідроекосистем, допустимі межі для токсичних сполук тощо.

Існують дослідження науковців щодо впливу стану водного середовища на його мешканців, визначення якісних характеристик середовища за їхньої допомоги. З цією метою нами обиралися як індикаторні організми рослинного світу гідроекосистем та і зоопредставники. В закордонній інформації [2], переважно виділяють такі організми для аналізу стану вод: бактерії, найпростіші, водорості, макрозообентос, макрофіти, риба. Кожна група з яких має свої переваги та недоліки при використанні їх якості індикаторних організмів (табл. 1). Наприклад, Бедункова О. О. значну увагу приділяє саме ридам, Гроховська Ю. Р. – вищим водним рослинам. Свій внесок в розвиток біологічних методів дослідження стану водних екосистем також здійснили:

Таблиця 1

**Переваги та недоліки різних груп організмів як індикаторів якості води**

Організми	Переваги	Недоліки
Бактерії	Добре розроблена методика. Швидка реакція на зміни, в тому числі забруднення. Індикатори фекального забруднення. Легкість відбору проб.	Клітини можуть не утворюватися в точці відбору проб. Популяції швидко відновлюються від періодичного забруднення. Необхідне спеціальне обладнання.
Найпростіші	Сапробні значення добре відомі. Швидкі відповіді на зміни. Простота відбору проб.	Потрібні хороші засоби і таксономічні вміння. Клітини можуть не утворюватися в точці відбору проб, індикаторні види також зазвичай, утворюються в нормальному середовищі.
Водорості	Допустимий вміст забруднення добре задокументований, індикатори евтрофікації та збільшення каламутності.	Необхідні таксономічні експертні знання. Не дуже ефективно для органічного або фекального забруднення. Деякі вибірки і проблеми перерахування деяких груп

Закінчення таблиці 1

Макро-зообентос	Різноманітність форм і звичок. Багато осілих видів можуть вказувати на вплив у місці відбору проб. Цілі угруповання можуть реагувати на зміни. Довгоживучі види можуть вказувати на ефект комплексного забруднення понад час. Якісний відбір проб легкий. Просте обладнання для відбору проб. Хороші таксономічні показники.	Складні кількісні вибірки. Типи субстрату важливі при відборі проб. Види можуть дрейфувати в рухомих водах. Знання життєвих циклів необхідно інтерпретувати щодо відсутності видів. Деякі групи складно визначити.
Макрофіти	Види зазвичай кріпляться, легко побачити і визначити. Хороші показники зважених твердих речовин та біогенних елементів.	Допустимий вміст забруднення не добре задокументований. Часто витривалі до періодичного забруднення. В основному сезонні події.
Риба	Методи добре розроблені. Безпосередні фізіологічні ефекти можуть бути очевидними. Може вказувати на ефекти харчових ланцюгів. Легкість ідентифікації.	Види можуть мігрувати, щоб уникнути забруднення.

Федоров, Израель, Ніколаєвський, Реймерс, Равера, Ньюман, Хайнс, Мосс, Кольквіц, Марсон, Лібман, Сладечек та інші дослідники.

Біологічна оцінка якості поверхневих вод має ряд переваг перед хімічними та фізичними методами, оскільки угруповання живих організмів віддзеркалюють усі зміни екологічного стану водного середовища, одночасно реагуючи на комплекс різноманітних чинників і забруднювачів [3]. У більшості випадків науковці зупиняють увагу на дослідженні найпримітивніших індикаторних організмів (хірономіди, олігохети, молюски, ракоподібні, веснянки, поденки, черви, планктонні види тощо). З розвитком науки з'являється можливість

розглядати організми вищої форми організації та розвитку (риби, земноводні) і отримувати при цьому вагому інформацію.

Недостатньо уваги на теренах України приділено земноводним як індикаторам стану гідроекосистем (Марченковська О. О., Рузіна О. М.) на відміну від території Росії, де амфібії – одні із найважливіших показників деструктивних та еталонних ділянок водного середовища (Вершинін В. Л., Файзулін О. І, Закс М. М., Спіріна О. В. та інші).

Земноводні наділені всіма вимогами, що висуваються до біоіндикаторних організмів. Їхні види досить чисельні і поширені, мають чіткі та зручні для дослідження ознаки; ікра

та личинки чутливі до забруднювачів; протягом всього життя вони прив'язані до невеликої за площею території. Тривалість життя амфібій у природі 4-7 років, що дає можливість вивчати ефекти довготривалої дії антропогенних факторів [4, 5].

Після відбору зразків земноводних подальше дослідження можливе за такими показниками та параметрами [6, 7]:

1 – *морфометричні ознаки*. Заміри фіксуються по наступних показниках (рис. 1): L – довжина тіла (від кінця роstrума до переднього краю клоакального отвору); L.c. – довжина голови (від кінця роstrума до заднього кута щелепи); Lt.c. – максимальна ширина голови в основі нижніх щелеп (на рівні кутів рота); Lt.r. – ширина роstrума (відстань між внутрішніми краями носових смуг біля передніх країв ока); L.o. – довжина ока (при

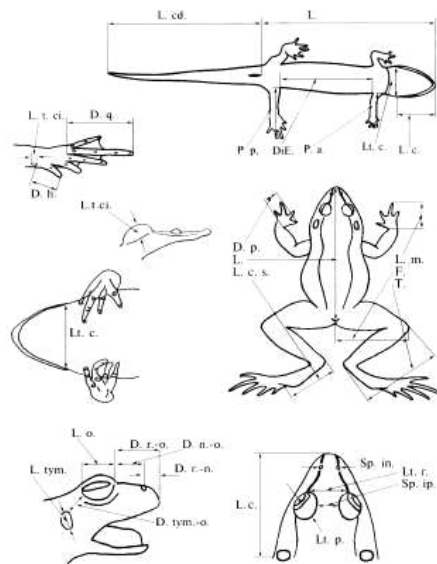


Рис. 1. Схема головних промірів елементів тіла земноводних [Писанец Е. М., 2007]

натисканні на горло знизу); Lt.p. – найбільша ширина верхньої повіки; L.pr. – найбільша довжина паротиди (залози); Lt.pr. – найбільша ширина паротиди; L.tym. – найбільша довжина барабанної перетинки; D.r.-o – довжина роstrума (від кінця морди до переднього краю ока); D.r.-n. – відстань від ніздрі до кінця морди; D.n.-o. – відстань від ніздрі до переднього краю ока; Sp.pr. – найменша відстань між внутрішніми краями верхніх повік; D.tym.-o. – найменша відстань від переднього краю барабанної перетинки до заднього краю ока; L.m. – довжина передньої стопи (від основи першого пальця до кінця найдовшого пальця); Lt.m. – ширина кисті в основі 1-го пальця; D.p. – довжина 1-го пальця; F. – довжина стегна; T – довжина гомілки; L.c.s. – довжина додаткової гомілки; Lt.c.s. – ширина додаткової гомілки; D.h. – довжина 1-го пальця задньої кінцівки; D.q. – довжина 4-го пальця задньої кінцівки; L.t.ci. – найбільша довжина п'яtkового горбика в його основі; A.t.ci. – найбільша висота п'яtkового горбика. Отримані дані використовуються для розрахунку відносних показників – індексів пропорційності, флуктуючої асиметрії.

2 – у представників земноводних можна помітити *морфологічні аномалії*: ектромелія – зменшена кількість фаланг пальців; мікродактилія – зменшена довжина пальців; циклопія – вроджена відсутність одного ока; полідактилія – наявність зайвих пальців чи роздвоєння фаланг;

3 – визначення накопичення важких металів з водного середовища у внутрішніх органах амфібій;

4 – дослідження фенотипової мінливості за показниками забарвлення



тіла: striata (S); non-striata (non-St); maculata (M); hemimaculata (hm); punctata (P); hemipunctata (Hp); burnsi (B), ragoza (R), по вентральній частині тулуба – albicollis (AC), nigricollis (NC), albiventris (AV), nigriiventris (NV).

5 – аналіз статево-вікової та чисельної структур.

### Висновки

1. Біологічний аналіз якості водного середовища – перспективний метод оцінки стану води, який потребує подальшого розвитку та постійного вдосконалення.

2. Потрібно враховувати низку факторів, що впливають на живі організми при дослідженні гідроекосистем. Це природні та антропогенні чинники, які зумовлюють їх трансформацію, фізичні зміни, вміст розчиненого кисню, концентрація забруднюючих речовин та токсикантів, кислотність водного середовища. Свої особливості викликають хелату-

вання та тривалість впливу окремих факторів.

3. Практично будь-який гідробіонт здатен бути індикатором стану водного середовища. Значна увага приділена найпримітивнішим організмам без факту, що особини вищого рівня розвитку нестимуть інформативніше навантаження.

4. Незначну увагу в нашій державі приділено земноводним як біоіндикаторам стану гідросфери. Проте особливості існування, чутливість до забруднення та інші ознаки роблять їх важливим показниками стану водних екосистем.

5. Біологічний аналіз водойм та водотоків досліджується по таких показниках земноводних: морфологічна та фенотипові мінливості, статево-вікова, чисельна структура популяції, аномальні відхилення. Особливої оцінки потребує накопичення важких металів у внутрішніх органах земноводних.

### Література

1. Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring – Second Edition. Edited by Deborah Chapman. Printed in Great Britain at the University Press, Cambridge, – 1996, 609.
2. Hellawell, J.M. 1977 Biological surveillance and water quality monitoring. In: J.S. Alabaster [Ed.] Biological Monitoring of Inland Fisheries, Applied Science Publishers Ltd, London, 69-88.
3. Карпова Г., Зуб Л., Мельничук В., Проців Г. Оцінка екологічного стану водойм методами біоіндикації. Перші кроки до оцінки якості води. – Бережани, 2010. – 32с.
4. Вершинин В. Л. Методологические аспекты биоиндикационных свойств амфибий // Биоиндикация наземных экосистем // Сб. науч. работ. – Сведловск: УрО АН СССР, 1990. – С. 3-17.
5. Спирина Е. В. Амфибии как биоиндикационная тест-система для экологической оценки водной среды обитания: Автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.16 / Ульяновский государственный университет. – Ульяновск, 2007. – 23 с.
6. Закс М.М. Экология зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex) Пензенской области: распространение, популяционная изменчивость, влияние антропогенных факторов: Автореф. дис... канд. биол. наук: 03.02.08 / Пензенский государственный университет. – Пенза, 2013. – 20 с.
7. Максимов С. В. Биоиндикация состояния сред обитания с использованием земноводных рода *rana* в условиях Южного Нечерноземья России (на примере Брянской области): Автореф. дис... канд. биол. наук: 03.02.08 / Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского. – Брянск, 2010. – 24 с.

## МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ВИДУВАННЯ $^{137}\text{CS}$ У ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ ПІСЛЯ ПРИРОДНИХ ПОЖЕЖ

Азаров С.І.<sup>1</sup>, Сидоренко В.Л.<sup>2</sup>, Демків А.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут ядерних досліджень НАН України,  
просп. Науки, 47, 03680, м. Київ  
azarovsi@i.ua;

<sup>2</sup>Інституту державного управління у сфері цивільного захисту,  
вул. Вишгородська, 21, 04074, м. Київ  
generals2007@i.ua

Наведено модель дефляції (вітрового переносу радіоактивних продуктів згоряння після природної пожежі) у Чорнобильській зоні відчуження, що використовується для розрахунку горизонтальної міграції радіонуклідів у вигляді модуля дефляції. Запропонована методика розрахунку переносу еолового матеріалу, в якому містяться радіонукліди. *Ключові слова:* зона відчуження, природні пожежі, радіоцезій, дефляція, видування.

**Методика расчета выдувания  $^{137}\text{Cs}$  в Чернобыльской зоне отчуждения после природных пожаров.** Азаров С.И., Сидоренко В.Л., Демкив А.Н. Приведена модель дефляции (ветрового переноса радиоактивных продуктов сгорания после природного пожара) в Чернобыльской зоне отчуждения, используемая для расчета горизонтальной миграции радионуклидов в виде модуля дефляции. Предложена методика расчета переноса эолового материала, в котором содержатся радионуклиды. *Ключевые слова:* зона отчуждения, природные пожары, радиоцезий, дефляция, выдувание.

**Method of calculation blowing  $^{137}\text{Cs}$  in the Chernobyl zone the exclusion after wildfires.** Azarov S., Sydorenko V., Demkiv A. The analysis of radioactive contamination of territories as a result of forest fires, technological contaminated with radionuclides. Carried scenario description formation and propagation plume of smoke and loss of volatile particles of radioactive products of combustion. The evaluation of the collective radiation risk of the population in areas affected by secondary contamination with radionuclides. *Keywords:* exclusion zone, wildfires, cesium, deflation, blowing out.

У процесі Чорнобильської катастрофи на територію 30-ти кілометрової зони ЧАЕС випало у вигляді радіоактивних опадів близько 4,4 ПБк  $^{137}\text{Cs}$ , 4,0 ПБк  $^{90}\text{Sr}$  та 32 ТБк  $^{239,240}\text{Pu}$ .

З 1986 по 2014 рік у Чорнобильській зоні сталося біля 1000 природних пожеж, якими було охоплено 16,9 тис. га лісів та 19,6 тис. га трав'яного настилу. Після природних пожеж горизонтальна міграція радіоактив-

них продуктів згоряння (РПЗ), які містяться в ґрунтах, призводить до радіоактивного забруднення чистих територій або збільшення густини радіаційного забруднення ділянок, що розташовані поруч з територіями і піддаються видуванню (дефляції).

Разом з тим, небезпека вторинного радіоактивного забруднення територій пов'язана з густиною радіоактивного забруднення ґрунту, який

піддається впливу вітрової ерозії, та питомою активністю радіонуклідів в еоловому матеріалі. Існуючі матеріали щодо вітрової ерозії потребують нового аналізу у зв'язку з необхідністю оцінки поля концентрації радіонуклідів у приземному повітрі, густини випадань на земну поверхню, дози опромінення від вторинного забруднення РПЗ, а дефляція як агент горизонтальної міграції радіонуклідів набуває нового мало вивченого напрямку.

Інформація про рівень дефляції РПЗ після природної пожежі (лісова, лугова, торф'яна, їх комбінації) пов'язана з розрахунками модуля дефляції. Такі розрахунки зручно виконувати, користуючись моделями дефляції. Проте існуюче різноманіття моделей дефляції радіонуклідів та їх аналіз спричиняють вибір саме тих, які дають можливість отримувати реальні дані про модуль дефляції для конкретних лісових пожеж і природних умовах.

**Мета досліджень** – оцінити величину радіоактивного забруднення атмосфери після пожеж у лісах, забруднених технологічними радіонуклідами, за допомогою модельного прогнозу переносу радіонуклідів після природної пожежі, експериментальним даним щодо коефіцієнту інтенсивності дефляції  $^{137}\text{Cs}$  та їх співвідношень.

#### **Виклад основного матеріалу**

За своїм функціонуванням існуючі моделі дефляції радіонуклідів неоднозначні і можуть бути об'єднані у декілька груп [1–3]:

- прогноз дефляції, що спирається на математико-статистичні залежності факторів дефляції;

- прогноз дефляції, за результатами досліджень фізичної природи ґрунтової аеродинаміки і кліматичних факторів;

- прогноз переносу радіонуклідів при дефляції.

У наведених моделях прогнозу видування радіонуклідів у повітря звичайно використовувалися непараметричні коефіцієнти, які мають суб'єктивний характер виявлення (розрахунку) коефіцієнта інтенсивності дефляції. Ці моделі представлені як такі, що не враховують особливості ґрунтових відмін, не містить інформацію про гранулометричний склад ґрунту, який є досить важливим показником.

Проведений аналіз існуючих моделей дає підставу стверджувати, що прийнята за базову модель розрахунку підйому й атмосферного переносу радіоактивних аерозолів є такою, що найбільш повно враховує фізичну сутність дефляції радіоактивних продуктів згоряння після лісової пожежі, але вона не дає об'єктивну параметричну оцінку у вигляді модуля. Тільки після проведення експериментальних досліджень радіоекологічного характеру, основними з яких є розподіл питомої активності радіонуклідів у структурних фракціях ґрунтів різного генетичного типу, а також спеціальних аеродинамічних досліджень, цю модель можна буде використати у прогнозних розрахунках переносу радіоактивної речовини.

Для оцінки реальних процесів поверхневого стоку радіоцезію у травні 1994 року проведено пошаровий відбір зразків ґрунту у горілому лісі біля с. Куповате (30-кілометрова зона ЧАЕС) [4]. Результати гамма-спектрометричного аналізу ґрунту

пошарово на модельному схилі після лісової пожежі показали, що на другій частині схилу відбулося значне нагромадження радіоцезію (більше ніж 2,5 рази). Ці дані свідчать про можливість інтенсифікації процесів стоку <sup>137</sup>Cs після пожежі. Очевидно, що у результаті пожежі, коли підстилка та дернина повністю вигорають, можна очікувати значного збільшення швидкості міграції та поверхневого стоку радіоцезію. На рис. 1 представлено гістограму розподілу фракції нелеткої золи (%) за масою, а на рис. 2 – гістограма розподілу активності <sup>137</sup>Cs у зональному залишку.

Густина забруднення згорілої підстилки становила 70–900 кБк/м<sup>2</sup> і була покрита радіоактивним зольними частками розміром 10–20 мкм з питомою активністю по <sup>137</sup>Cs 0,6–1,5 кБк/кг, які можуть стати вторинним дже-

релом радіаційного забруднення навколишнього середовища за рахунок дефляції.

У табл. 1 наведено розподіл активності <sup>137</sup>Cs у зольному залишку залежно від дисперсності зольних часток.

Зміна активності <sup>137</sup>Cs у зольному залишку проводили на напівпровідниковому γ –спектрометрі з використанням багатоканального аналізатора з похибкою ≤ 15 %. З даних у табл. 1 видно, що максимум розподілу фракції золи за розміром і активністю <sup>137</sup>Cs становить ~ 70 % для лісової підстилки, для хвої та гілок сосни – > 60 % та припадає на частки розміром 1–5 мкм і це значення зменшується зі збільшенням розміру часток золи. Одержані дані дозволили розрахувати швидкість вільного осадження крупних часток золи розміром < 20 мкм за законом Стокса.

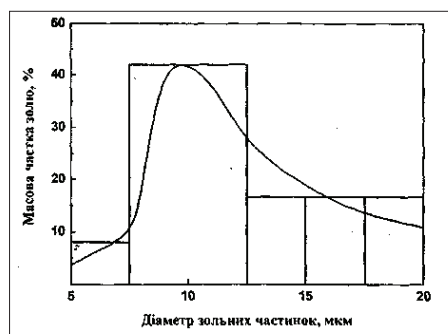


Рис. 1. Розподіл фракцій нелеткої золи у лісовій підстилці

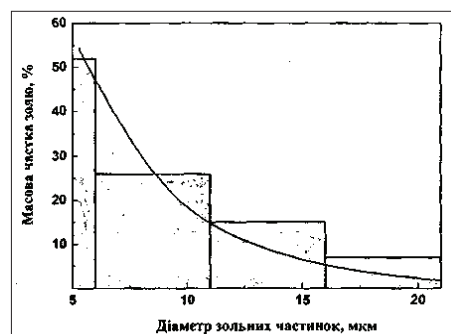


Рис. 2. Розподіл активності <sup>137</sup>Cs у зольному залишку лісової підстилки

Таблиця 1

Розподіл активності <sup>137</sup>Cs в зольному залишку в залежності від їх дисперсності для різного виду паливного матеріалу, %

Тип рослинної біомаси	Діаметр зольних часток, мкм				
	< 2,0	< 4,0	< 6,0	< 8,0	< 10,0
Лісова підстилка	45	30	15	12	8
Гілки і хвоя сосни	40	25	17	8	10

$$V_{\text{лс}} = \frac{g d_z}{18 \eta_e} (\rho_z - \rho_e), \quad (1)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння частки золи,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$d_z$  – аеродинамічний еквівалент діаметру часток золи,  $\text{мкм}$ ;

$\eta_e$  – динамічний коефіцієнт в'язкості повітря,  $\text{Па}\cdot\text{с}$ ;

$\rho_z$  – густина часток золи,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\rho_e$  – густина повітря,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Середня швидкість сухого осадження радіоактивної золи становила  $0,008$   $\text{м}/\text{с}$ . Поверхня лісової підстилки після пожежі буде покрита радіоактивними зольними частками розміром  $5\text{--}20$   $\text{мкм}$  з активністю по  $^{137}\text{Cs}$  більше  $60\%$ , які можуть стати вторинним джерелом забруднення навколишнього середовища за рахунок дефляції. Причому поширення радіоактивної золи залежатиме від коефіцієнта вітрового захоплення, який є усередненою характеристикою від геометричних розмірів і форм часток золи, їх фізико-хімічних властивостей, структури і стану поверхні землі, наявності та виду рослинного покриву. Розподіл зольних часток  $^{137}\text{Cs}$  за розмірами задовільно апроксимувати логнормальною функцією виду:

$$n(r) = \frac{n_0}{\sqrt{2\pi} \cdot \lg \sigma_g} \exp \left[ -\frac{\lg(r/r_0)^2}{2 \lg^2 \sigma_g} \right], \quad (2)$$

де  $n(r)$  – число зольних часток  $^{137}\text{Cs}$  в інтервалі  $r$ ;  $r + dr$ ;

$n_0$  – інтегральна концентрація зольних часток  $^{137}\text{Cs}$ , що визначена з логнормального розподілу;

$r_0$  – медіанний радіус зольних часток  $^{137}\text{Cs}$ ,  $\text{мкм}$ ;

$\sigma_g$  – стандартне геометричне відхилення.

Розподіл питомої активності радіоцезію у структурних фракціях ґрунтів після природної пожежі залежить від

їх генетичного типу. Не пояснюючи в межах даної роботи природу цього явища, що було предметом спеціальних досліджень [5, 6], зазначимо, що в торф'яних і дерново-підзолистих суглинкових ґрунтах питома активність  $^{137}\text{Cs}$  збільшується зі зменшенням діаметра структурних фракцій. Інтенсивність видування ґрунту з осадженими  $^{137}\text{Cs}$  значною мірою залежить від його гранулометричного складу і вмісту в ньому гумусу:

- на ґрунтах супіщаного гранулометричного складу вітрова ерозія починає проявлятися за швидкості вітру  $3\text{--}4$   $\text{м}/\text{с}$ ;
- на легкосуглинкових –  $4\text{--}6$   $\text{м}/\text{с}$ ;
- на важкосуглинкових –  $5\text{--}7$   $\text{м}/\text{с}$ ;
- на глинистих –  $7\text{--}8$   $\text{м}/\text{с}$ .

Зольні частки розміром  $0,05\text{--}0,10$   $\text{мм}$  переміщуються за швидкості вітру  $3\text{--}3,5$   $\text{м}/\text{с}$  на висоті  $0,15$   $\text{м}$ . Частки золи розмірами  $0,25$   $\text{мм}$  переносяться вітром у повітрі, якщо збільшується сила вітру – зростає інтенсивність вітрової ерозії  $^{137}\text{Cs}$ .

З метою виявлення закономірностей розподілу активності  $^{137}\text{Cs}$  у структурних фракціях ґрунтів та визначення її в тій частині ґрунту, що транспортується вітром (мова йде про структурні фракції розміром до  $1$   $\text{мм}$  у діаметрі, про еоловий матеріал), проведені спеціальні аеродинамічні експериментальні дослідження, результати яких наведені в табл. 2.

З наведених у табл. 2 даних бачимо, що активність  $^{137}\text{Cs}$  у еоловому матеріалі трьох типів ґрунтів, що аналізувалися, коливалася у межах від  $540$   $\text{Бк}/\text{кг}$  на мінеральних до  $990$  на органоґенних ґрунтах. Причому активність еолового матеріалу торфовищ перевищувала в  $1,8$  рази питому активність еолового матеріалу  $0\text{--}5$   $\text{см}$  шару

Таблиця 2

## Питома активність радіоцезію в ґрунтах та їх ерозійній фракції

Статистичний показник	Дерново-підзолистий суглинковий		Дерново-підзолистий суглинковий		Торфовий	
	ґрунт	еоловий матеріал	ґрунт	еоловий матеріал	ґрунт	еоловий матеріал
Питома активність $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	770	550	760	780	540	990
Стандартна похибка, Бк/кг	214,7	219,3	150,4	143,2	115,8	175,1
Стандартне відхилення	607,2	620,4	425,5	405,1	463,0	700,2
Дисперсія вибірки	368691	384882	181053	164100	214375	490327
Ексцес	4,68	6,84	0,84	0,21	3,98	0,74
Мінімум	200	70	270	250	113	187
Максимум	2150	2045	1575	1505	1810	2470
Коефіцієнт варіації	79,0	113,0	56,3	51,8	86,3	71,1

ґрунту. Коефіцієнт інтенсивності дефляції  $^{137}\text{Cs}$  після природної пожежі визначали за даними натурних спостережень:

$$K(t) = \frac{0,1 P_i m b V_2}{S a t V_1}, \quad (3)$$

де  $K(t)$  – коефіцієнт інтенсивності дефляції, кг/га·год.;

$P_i$  – коефіцієнт, що характеризує тип природної пожежі (лісова, лугова, торф'яна, їх комбінація);

$m$  – середня вага шару ґрунту, забрудненого  $^{137}\text{Cs}$  після природної пожежі, що вловлюється пілозбірником під час інтенсивного вітру, кг;

$t$  – час дефляції, год.;

$V_1, V_2$  – середня та базисна ( $10,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ) швидкість вітру на висоті 0,5 м,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ ;

$a$  – ширина приймальної частини пиловловлювача, см;

$b$  – ширина природної пожежі, м;

$S$  – площа природної пожежі, га.

Для ґрунтів, що досліджувалися, були розраховані коефіцієнти інтенсивності дефляції (табл. 3).

Таблиця 3

Агрохімічні показники ґрунтів і коефіцієнт інтенсивності дефляції ґрунтів за  $^{137}\text{Cs}$  за швидкості вітру понад 10 м/с на висоті флюгеру за параметром шорсткості 0,01 м

Ґрунт	pH <sub>ккл</sub>	Гумус, %	Коефіцієнт дефляції, кг/га · год.
Дерново-підзолистий піщаний	5,6	2,1	1,5
Дерново-підзолистий супіщаний	5,4	1,6	0,6
Дерново-підзолистий суглинковий	5,9	3,7	0,007
Торфовище осушене	5,7	6,8	0,14

Розробка моделі прогнозу видурвання радіоцезію у повітря після природної пожежі спирається передусім

на те, що вона повинна істотно розкривати природу дефляції, насамперед таку, як питома активність  $^{137}\text{Cs}$ , максимальна швидкість вітру, тривалість пилових бур тощо. Інтенсивність і напрямки горизонтальної міграції  $^{137}\text{Cs}$  пов'язані зі швидкістю вітру, його динамічними характеристиками, сприйнятливістю ґрунту до дефляції, ступенем захищеності його від впливу вітру, стійкості ґрунту, наявності рослинного покриву, особливостей рельєфу, погодних умов та інших чинників.

На рис. 3 наведено залежність коефіцієнту інтенсивності дефляції  $K(t)$  після торф'яної пожежі для різних метеорологічних умов (швидкості вітру та категорії погоди):

- Д – нестійка стратифікація атмосфери, що характерна для сонячної літньої погоди (конвекція);
- В – нейтральна стратифікація для літньої погоди з перемінною хмарністю (ізотермія);
- А – стійка стратифікація атмосфери, що характерна для морозного зимнього дня (інверсія).

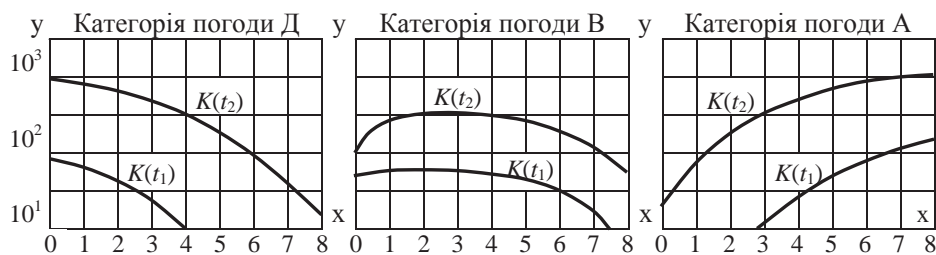


Рис. 3. Залежність коефіцієнта інтенсивності дефляції  $K(t)$  після торф'яної пожежі від метеорологічних умов (вісь  $x$  – швидкість вітру, м/с; вісь  $y$  – площа зони забруднення  $^{137}\text{Cs}$ ,  $\text{m}^2$ ), де  $K(t_1) > 1$ ;  $K(t_2) < 1$

### Висновки

Використання наведеної моделі прогнозу переносу радіонуклідів після природної лісової пожежі, а також експериментальних даних

щодо коефіцієнта інтенсивності дефляції  $^{137}\text{Cs}$  та їх співвідношення у повітрі, можна оцінити величину радіоактивної забрудненості атмосфери.

### Література

1. Ветроэрозионные процессы и особенности создания оптимальных комплексных решений охраны почв в зоне загрязнения радионуклидами / Б.С. Пристер и др. // Проблемы сельскохозяйственной радиоекологии: // Сб. научн. трудов Укр. НИИ сельскохоз. радиологии. – 1991. – С. 64–74.
2. Васенков Г.І. Горизонтальна міграція цезію-137 при ерозійних процесах / Г.І. Васенков, О.Є. Поліщук // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 9. – С. 37–39.
3. Долгилевич М.И. Функции органического вещества, определяющие поведение радиоцезия в системе почва-растение / М.И. Долгилевич, К. Йохансон, Г.И. Васенков // Вісник аграрної науки. – 1997. – № 3. – С. 19–25.
4. Азаров С.І. Дослідження надходження  $^{137}\text{Cs}$  в повітря при лісових пожежах у Чорнобильській зоні / С.І. Азаров, В.Л. Сидоренко, О.В. Руденко, А.В. Пруський // Пожежна безпека: теорія і практика. – 2011. – Вип. 9. – С. 5–10.

5. Борисюк Б.В. Агроекологічна оцінка радіоактивно забрудненого ґрунтового покриву виведеного із сільськогосподарського обігу / Б.В. Борисюк, В.А. Трембіцький, О.М. Лукомський // Зб. наук. праць Подільського ДАТУ. – 2009. – С. 131–136.
6. Вторичний підйом радіоактивного аерозолю в приземном слое атмосфери: Монографія / Е.К. Гаргер; НАН України, Ін-т проблем безпеки атом. електростанцій. – Чернівці: Ін-т проблем безпеки АЕС, 2008. – 192 с.



## **ДИФЕРЕНЦІЙОВАНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧОК РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Бєдункова О.О.**

Національний університет водного господарства  
та природокористування  
вул. Соборна, 11, 33000, м. Рівне  
bedunkovaolga@mail.ru

Наведено результати екологічної оцінки якості поверхневих вод репрезентативних створів річок Рівненської області за 2009-2013 роки. Інтегральна оцінка за відповідними категоріями виявила переважно II та II-III класи якості з відчутним погіршенням трофо-сапробіологічного специфічного блоків. Ключові слова: гідроекосистеми, поверхневі води, екологічний стан, ступінь чистоти.

**Дифференцированная оценка качества поверхностных вод рек Ровенской области.** Бєдункова О.А. Приведены результаты экологической оценки качества поверхностных вод репрезентативных створов рек Ровенской области за 2009-2013 годы. Интегральная оценка по соответствующим категориям обнаружила преимущественно II и переходной II-III классы качества с ощутимым ухудшением трофо-сапробіологического блока и блока специфических веществ. Ключевые слова: гидроэкологическая система, поверхностные воды, экологическое состояние, степень чистоты.

**Differentiated evaluation of the quality of surface water Rovno region rivers.** Biedunkova O. The results of the environmental assessment of the quality in the river sections in the rivers of Rivne region for 2009-2013. Integral assessment of relevant categories found predominantly II and II-III transition quality classes with a noticeable deterioration trophy saprobiological block and block specific substances. Keywords: hydroecosystems, surface water, environmental condition, the degree of purity.

Проблема уніфікації комплексних оцінок поверхневих вод є досить складною, оскільки реальне відображення екологічного стану водного об'єкту можливе лише за умов врахування регіональних гідрохімічних особливостей [1, 2].

Одним із варіантів вирішення цього питання може стати чітке розуміння мети проведення оцінки. Зокрема, якщо йдеться про якість поверхневих вод не як господарського ресурсу, а як складової гідроекосис-

теми, то доцільно уникати врахування показників, що принципово не впливають на формування екологічного стану водойм [3]. Подібні узагальнення можна зробити лише з урахуванням даних щодо первісного екологічного стану водного об'єкту, який відображує оптимальні умови функціонування конкретних типів гідроекосистем, їх гідрологічні характеристики та особливості формування регіонального хімічного складу води [1, 3]. Тобто, інструментом одержання

такої інформації може стати аналіз ретроспективних даних якості води досліджуваного регіону, що також дозволить відстежувати динаміку змін гідроекосистем.

Такий підхід наближений до експертного і може дати характеристики, які визначають екологічний стан водойм.

Аналіз публікацій надає детальне і повне уявлення про якість води річок Рівненської області ретроспективного періоду, в тому числі в роки найбільшого антропогенного навантаження через інтегральні значення за відповідними категоріями [4-6]. Крім того, одержано інформацію про фонову якість води в тих річках, де тривалий час зберігався природний тип гідроекосистеми та типова якість води для річок, із зміненими екосистемами [7].

Було з'ясовано, що впродовж 1964-2000 рр. за сольовим складом ( $I_1$ ) якість річкових вод Рівненської області належала до I-II класів першої і другої категорій: «відмінні» – «дуже добрі», «дуже чисті» – «чисті». За показниками трофо-сапробності ( $I_2$ ) поверхневі води були переважно «задовільними», «помірно забрудненими» 4 категорії III класу. В окремі роки води річок Устя, Горинь належали до 5 категорії III класу: «посередні», «помірно забруднені». За забрудненням води специфічними речовинами токсичної дії ( $I_3$ ) води знаходились в межах II-III класів: «добрі-задовільні», «чисті-забруднені».

Величина екологічного індексу ( $I_4$ ) за середніми та максимальними показниками якості води становила 2,2-3,3 і 2,4-3,8 відповідно, що відносило річки до 2-3 і 3-4 категорій II-III класів із характеристикою стану від «доброго» до «задовільного», а

ступінь чистоти – від «досить чистої» до «слабко забрудненої» [5].

Отже, впродовж 36 років якість поверхневих вод річок області визначали речовини трофо-сапробіологічного та специфічного блоків.

Щодо перспективи досліджень гідроекосистем то доцільно застосувати диференційовану методологію оцінки стану поверхневих вод із урахуванням територіальних особливостей та регіональних гідрохімічних умов досліджуваних водних об'єктів.

### Методика досліджень

За зонально-регіональним поділом природних ландшафтів України водозбірні басейни річок Рівненської області розташовані у межах Волинського Полісся (рр. Устя, Замчисько) Волинської височини (р. Іква та р. Стир у межах Рівненської області), та частково Житомирського Полісся (басейн річки Случ у гирлі). Всі річки належать до басейну Прип'яті, територія якого має сприятливі умови рельєфу, відносно високе зволоження і формує густу та різноманітну мережу поверхневих вод [8]. На сьогодні основними чинниками антропогенного впливу є збільшення кількості аварійних ситуацій на каналізаційних мережах області, що призводить до скидів у річки неочищених стічних вод.

Якість води річку впродовж 2009-2013 рр. оцінювали за «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [9]. Методика включає оцінку гідрохімічних параметрів води за трьома блоками показників: сольового складу ( $I_1$ ), трофо-сапробіологічного (санітарно-гігієнічного) складу ( $I_2$ ) та специфічних речовин токсичної

дії ( $I_3$ ). На основі єдиних екологічних критеріїв методика дозволяє порівнювати якість води на окремих ділянках водних об'єктів та у водних об'єктах різних регіонів і полягає в обчисленні інтегрального індексу якості води ( $I_e$ ) як середньоарифметичного значення блокових індексів.

Одержані величини блокових та інтегральних екологічних індексів, за екологічною класифікацією, порівнювались з якісним станом води: відмінний 1,0-1,4 (еталон порівнянь); перехідний від відмінного до доброго 1,5-1,6;

добрий 1,7-3,4; перехідний від доброго до задовільного 3,5-3,6; задовільний 3,7-5,4; перехідний від задовільного до поганого 5,5-5,6; поганий 5,7-6,4; перехідний від поганого до дуже поганого 6,5-6,6; дуже поганий 6,7-7,0.

#### Результати досліджень

Оцінку якості поверхневих вод проводили за результатами стематичних державних моніторингових спостережень Рівненської екологічної інспекції у 16 контрольних створах (табл. 1).

Таблиця 1

#### Контрольні створи гідроекологічних спостережень у річках Рівненської області

№ створу	Адміністративне місцезнаходження пункту та обґрунтування репрезентативності
1	р. Случ, в межах с. Бистричі, вище скиду стічних вод о/с ДП «Комунальник»
2	р. Случ, в межах м. Березне, 0,6 км нижче скиду з о/с КП «Березневодоканал»
3	р. Устя, верхів'я, природний фон, 65 км від гирла
4	р. Устя, в межах м. Рівне, 0,3 км нижче скиду з о/с РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал»
5	р. Устя, в межах смт Оржів Рівненського р-ну, 0,7 км вище гирла
6	р. Стир, нижче с. Полонне Володимирецького р-ну, 0,5 км нижче скиду промислово-зливової каналізації Рівненської АЕС
7	р. Стир, в межах смт Зарічне, 0,5 км нижче скиду з о/с ВКП «Зарічне»
8	р. Стир, в межах с. Іванчиці Зарічненського р-ну (з мосту), 1 км нижче впадіння р. Стубла, витік ріки в Білорусь, 4 км до кордону, 74 км від гирла
9	р. Замчисько, в межах с. Мала Любаша Костопільського р-ну
10	р. Замчисько, в межах м. Костопіль, нижче скиду з о/с «Костопільводоканал», нижче скиду меліоративного каналу
11	р. Стубелка, в межах селища Клевань, нижче скиду з о/с КП «Клеванькомунсервіс»
12	р. Іква, с. Сопанівчик, в межах села, на межі з Тернопільською обл.
13	р. Іква, в межах села Іванне Дубенського р-ну, 3,2 км нижче скиду з о/с КВП ВКГ «Дубноводоканал»
14	р. Іква, в межах с. Торговиця Млинівського району, 1,5 км вище гирла
15	р. Горинь, в межах міста Дубровиця, 0,5 км нижче скиду з о/с КП «Міськводоканал»
16	р. Горинь, в межах с. Висоцьк Дубровицького р-ну, на кордоні з Білоруссю

Отже, репрезентативність створів відповідає принципам: для відстеження ефектів антропогенного впливу на якість води річок обирали створи до і після скидів стічних вод; для з'ясування фонових гідрохімічних умов – створи на витощі, а для виявлення самоочисної здатності – створи поблизу гирла; важливою умовою була забезпеченість аналітичними даними щодо параметрів якості води впродовж досліджуваного періоду.

**Оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями**

Результати аналізу просторової динаміки якості річок Рівненської області впродовж 2009-2013 рр. представлено на рис. 1. Прямокутники на діаграмі відображують коливання середніх величин блокових та інтегрального індексів за категорією, а верхні та нижні

лінії – відповідно максимальні і мінімальні значення категорій, яких сягали індекси показників упродовж періоду досліджень.

Так, стан за категорією мінімальних значень показників сольового блоку ( $I_1$ ) річок Рівненської області у період досліджень (рис. 1а) розцінюється в основному як «відмінний», ступінь чистоти «дуже чиста». Виключенням є створ №5 (р. Устя в межах смт Оржів, 0,7 км вище гирла), де за мінімальною категорією сольового блоку встановлено перехідний стан «відмінний-добрий», ступінь чистоти «дуже чиста-чиста».

За найгіршими (максимальними) та середніми значеннями категорій якість води річок по сольовому блоку коливалась від стану «відмінний-добрий», ступінь чистоти «дуже чиста-чиста» до стану «добрий», ступінь чистоти «чиста».

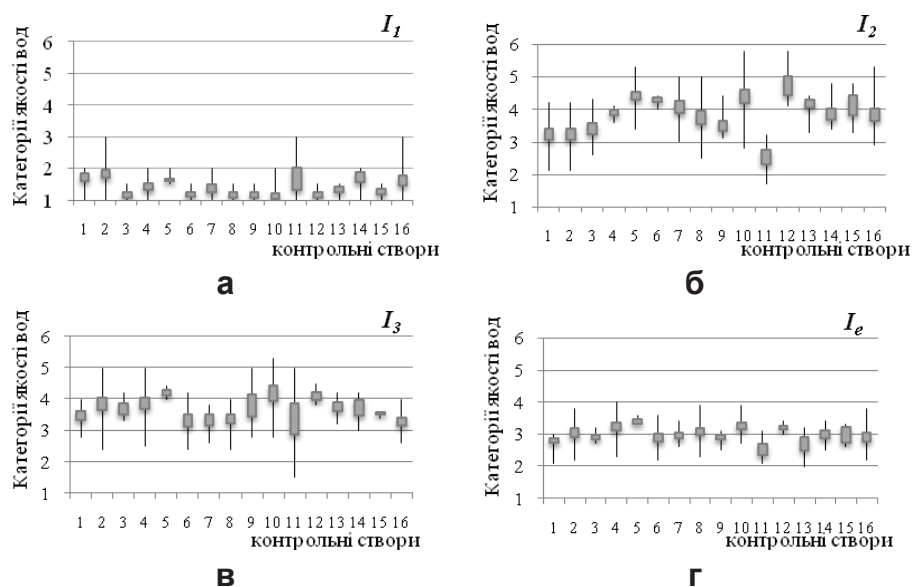


Рис. 1. Категорії якості води за блоковими та інтегральним індексами у контрольних створах річок Рівненської області впродовж 2009-2013 рр.

Вміст сульфатів у всіх дослідних річках за середніми значеннями ознак знаходився переважно в межах 1-2 категорії, за виключенням створу №14 (р. Іква, в межах с. Торговиця Млинівського району, 1,5 км вище гирла), де вміст сульфатів за середніми значеннями 2010 р. сягнув 3 категорії якості води. За найгіршими значеннями виключення в межах 1-2 категорії становили вже три створи. У 2010 р. знову створ №14; у 2011 р. – створ № 7 (р. Стир, в межах смт Зарічне, 0,5 км нижче скиду з о/с ВКП «Зарічне») вміст сульфатів сягнув третьої категорії. У 2009 р. – створ № 2 (р. Случ в межах м. Березне, 0,6 км нижче скиду з о/с КП «Березневодоканал») вміст сульфатів сягнув 4 категорії за найгіршими показниками.

Вміст хлоридів за середніми значеннями ознак також знаходився переважно в межах 1-2 категорії, за виключенням створу №4 (р. Устя в межах м. Рівне, 0,3 км нижче скиду з о/с РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал») у 2010 р.; створу №11 (р. Стубелка в межах селища Клевань, нижче скиду з о/с КП «Клеванькомунсервіс») у 2013 р.; створу №14 (р. Іква в межах с. Торговиця Млинівського району, 1,5 км вище гирла) та у 2009 створ № 2 (р. Случ в межах м. Березне, 0,6 км нижче скиду з о/с КП «Березневодоканал»), де вміст хлоридів сягнув третьої категорії. У згаданих створах вміст хлоридів за максимальними значеннями також знаходився в межах 3 категорії. У решті створів вміст хлоридів за максимальними значеннями показників знаходився в межах 1-2 категорії.

Аналіз просторової динаміки якості води річок області за трофо-сапробіологічним блоком (I<sub>2</sub>) свідчить про значно

гірші категорії навіть за мінімальними значеннями ознак, порівняно із категоріями сольового блоку (рис. 1б). Так, стан за категорією мінімальних значень показників знаходився в широкіх межах: від 1,7 категорії – стан «добрий», ступінь чистоти «чиста» у створі № 11 (р. Стубелка в межах селища Клевань, нижче скиду з о/с КП «Клеванькомунсервіс») до 4,1 категорії у створі №6 (р. Стир, нижче с. Полонне Володимирецького р-ну, 0,5 км нижче скиду промислово-зливової каналізації РАЕС) – стан «задовільний», ступінь чистоти «забруднена».

За найгіршими (максимальними) значеннями категорій якості трофо-сапробіологічного блоку (I<sub>2</sub>) води річок області коливалася від 3,2 категорії – стан «добрий», ступінь чистоти «чиста» у створі №11 (р. Стубелка в межах селища Клевань, нижче скиду з о/с КП «Клеванькомунсервіс») до 5,8 категорій у створах №10 (р. Замчисько в межах м. Костопіль, нижче скиду з о/с «Костопільводоканал», нижче скиду меліоративного каналу) та № 12 (р. Іква, с. Сопанівчик в межах села, на межі з Тернопільською обл.).

За середніми значеннями категорій трофо-сапробіологічного блоку найбільш несприятливою виявилася ситуація у створах № 12 (р. Іква, с. Сопанівчик, в межах села, на межі з Тернопільською обл.) – 5 категорія – стан за категорією «посередній», ступінь чистоти «помірно забруднена»; створ №10 (р. Замчисько нижче скиду з о/с «Костопільводоканал» та створ № 5 (р. Устя в межах смт Оржів, 0,7 км вище гирла) – стан за категоріями відповідно 4,5-4,6 – «задовільний-посередній», ступінь чистоти «слабко забруднена-помірно забруднена».

Якщо характеризувати окремі гідрохімічні показники, то слід відзначити, що погіршення якості води за трофо-сапробіологічним блоком, насамперед, обумовлюють вміст у воді підвищених концентрацій речовин азотної групи. Майже в кожному створі мало місце зростання концентрацій азоту нітратного та нітратного до 7 категорії – стан «дуже поганий», ступінь чистоти «дуже брудна», а також азоту амонійного до 6 категорії – стан «поганий», ступінь чистоти «брудна».

Показники БСК<sub>5</sub> та ХСК, що відображують вміст органічних речовин у річковій воді, відчутно зростали у створах після скидів з очисних споруд. Зокрема у створах № 4 (р. Устя нижче скиду з о/с «Рівнеоблводоканал»), № 7 (р. Стир, нижче скиду з о/с ВКП «Зарічне»), № 10 (р. Замчисько нижче скиду з о/с «Костопільводоканал») вони сягали 6 категорії за середніми значеннями ознак – стан «поганий», ступінь чистоти «брудна».

Завислі речовини у контрольних створах були переважно в межах 2-3 категорій – стан «дуже добрий-добрий», ступінь чистоти «чиста-досить чиста». Виключення становили води рр. Устя та Замчисько після скидів стічних вод (відповідно створ №4 та створ №10), де концентрація завислих речовин сягала 4 категорії – стан «задовільний», ступінь чистоти «слабко забруднена».

Показник рН мав помітне погіршення у створі № 5 (поблизу гирла р. Устя, в межах смт Оржів), де за всіма величинами показника мала місце 5 категорія – стан «посередній», ступінь чистоти «помірна забруднена». У решті контрольних створів показник рН річкової води зрідка

сягав 3 категорії – стан «добрий», ступінь чистоти «досить чиста».

Концентрація розчиненого у воді кисню була переважно в межах 1-2 категорії за всіма величинами показника. Виключення становили створи № 6 (р. Стир нижче скиду промислово-зливової каналізації ПАЕС), № 8 (р. Стир, витік ріки в Білорусь, 74 км від гирла), № 10 (р. Замчисько нижче скиду з о/с «Костопільводоканал») та № 13 (р. Іква нижче скиду о/с «Дубноводоканал»), що в окремі роки характеризувались 4-6 категоріями за вмістом O<sub>2</sub>.

Просторова динаміка якості води річок області за блоком специфічних речовин токсичної дії (I<sub>3</sub>) відображує широкий діапазон мінливості його категорій, що свідчить про суттєві розбіжності їх показників як в межах окремих створів, так і в межах території області (рис. 1 (в)).

Рівненщина належить до тих регіонів, де середній вміст у воді деяких важких металів (залізо, цинк, мідь, марганець) відносно інший, ніж в інших регіонах [8, 10]. Це зумовлено наявністю болотних ландшафтів, порівняно невеликими витратами води в річках, зональними відмінностями, знаходженням хімічних елементів поверхневого стоку з урбанізованих територій, з атмосферними опадами, що вносить суттєві корективи у функціонування гідроекосистем.

Серед контрольних створів слід відмітити значні концентрації міді, передусім, у створах центральної частини області.

За вмістом цинку найгірші характеристики має р. Замчисько в обох контрольних створах, р. Стир у створі № 6, що нижче зливів ПАЕС, а також р. Устя у створі № 4 після скидів стічних вод «Рівнеоблводоканал».

Вміст заліза у всіх створах в основному має 4 категорію – стан «задовільний», ступінь чистоти «слабко забруднена». Лише у створі № 3 (р. Устя, поблизу верхів'я, природний фон) відмічено 5 категорію елемента, що характеризує «посередній» стан води із ступенем чистоти «помірнозабруднена».

Неоднозначною виявилась ситуація за вмістом у поверхневих водах річок марганцю. Так, незалежно від наявності джерел антропогенного навантаження концентрації елемента знаходяться в межах 2-4 категорій. Відсутність повноцінної інформації про вміст у поверхневих водах області фторидів не дозволяє провести детальний аналіз ступені

забруднення окремих створів даним елементом. Проте, чітко простежується вміст фторидів у межах 4-5 категорій для малих річок та в межах 1-2 категорій для середніх річок.

Величини інтегрального екологічного індексу ( $I_c$ ) поверхневих вод знаходились у межах 2-3 категорій, що дає підстави віднести річки Рівненської області до II класу якості – стан «добрий», ступінь чистоти «чиста» (рис. 1 (г)).

Для узагальнення проведеної екологічної оцінки якості води річок Рівненської області було сформовано карту-схему із нанесенням цифрових значень трьох блокових та інтегрального індексів (рис. 2).

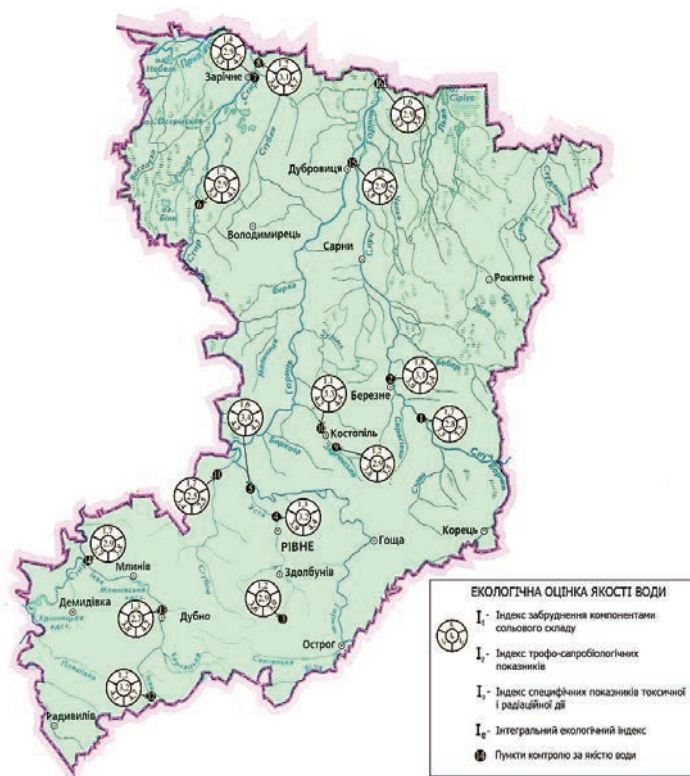


Рис. 2. Екологічна оцінка якості води річок Рівненської області за відповідними категоріями по середніх значеннях показників упродовж 2009-2013 рр.

З трьох блокових індексів найгірше значення має трофо-сапробіологічний, а найкраще – сольовий блок. Порівняння ретроспективної, наближеної до сучасної та сучасної інформації про стан річок області, виявляє, що домінуючим і визначальним у формуванні якості їх води був і лишається блок трофо-сапробіологічних показників.

Зокрема, ЕН показників якості води трофо-сапробіологічного блоку річок області знаходиться в межах 2-3 категорії [5].

Спостерігається також перевищення ЕН для специфічних речовин токсичної дії. Відмічено перевищення ЕН до 5-6 категорії в першу чергу для таких елементів як цинк, мідь та фториди.

Екологічні нормативи якості води за критеріями забруднення компонентами сольового складу знаходяться в межах 1-2 категорій, незважаючи на істотні відмінності мінералізації річок залежно від витрат їх води протягом року.

Показники блоку сольового складу для річок Рівненської області є такими, що принципово не впливають на формування екологічних характеристик гідроекосистем. Основними формуючими факторами якості поверхневих вод виявляються трофо-сапробіологічні та специфічні показники.

#### **Оцінка якості поверхневих вод за групуванням речовин відповідно їх функцій у гідроекосистемах**

Внаслідок теоретичних узагальнень можливо скористатись дещо зміненим інструментальним підходом до оцінки якості поверхневих вод, суть якого полягає у визначенні

інтегральних показників категорії та класу якості води за тими показниками, значення яких виходять за межі регіональних ЕН. Групування речовин, доцільно провести відповідно до їх функцій у гідроекосистемах: біогенні елементи (азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, фосфор); речовини забруднювачі (завислі речовини, залізо, мідь, цинк, марганець, фториди); речовини, що характеризують продукційно-деструкційні процеси (рН, ХСК, БСК<sub>5</sub>, О<sub>2</sub>).

Раціональність цього підходу полягає в одержанні більш суворой оцінки якості поверхневих вод за інтегральним екологічним індексом (І<sub>е</sub>) при уникненні згладжування середньоарифметичного результату при його розрахунках. Збереження загальних принципів “Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями” [9] дасть змогу порівнювати абсолютні значення великої кількості показників, що різноманітні за своєю розмірністю і природою і визначати значення показників якості води в межах запропонованих груп.

Після визначення основних причин екологічного неблагополуччя у річках Рівненської області було проведено оригінальну оцінку якості поверхневих вод за відповідними категоріями із групуванням речовин за їх функціями у гідроекосистемах.

Результати просторової динаміки змін категорій групи біогенних речовин (І<sub>біо</sub>) представлено на рис. 3а. Тут чітко простежується переважання у контрольних створах дослідних річок 5 і 6 категорії якості поверхневих вод за середнім умістом біогенних елементів, що оцінює їх стан як «посередній» і «поганий», а ступінь чистоти



як «помірно забруднена» і «брудна» відповідно. В межах 3 і 4 категорії за середнім вмістом у воді біогенних елементів знаходились лише 3 контрольні створи: створ № 1 (р. Стир в межах с. Бистричі), створ № 2 (р. Стир в межах м. Березне, нижче скидів очисних споруд «Березневодоканал») та створ № 11 (р. Стубелка в межах м. Клевань).

Найгірша якість води за максимальними значеннями біогенних елементів відмічена в 9 контрольних створах із 16. Зокрема, за дослідний період, в межах 6-7 категорій були біо-

генні елементи р.Устя (створи № 3-5), р. Стир (створи № 6, 8), р. Замчисько (створ № 10), р. Іква (створ № 12 та № 14) і р. Горинь (створи № 15,16). Стан води за максимальним вмістом біогенних елементів виявився «поганим» та «брудним» у створах № 5, 12, 15 та 16. Стан перехідний «поганий-дуже поганий», ступінь чистоти «брудна-дуже брудна» мали місце у створах № 6, 12. Стан води «дуже поганий», ступінь чистоти «дуже брудна» за максимальним вмістом біогенних елементів були у створах № 3, 4, 8 та 10.

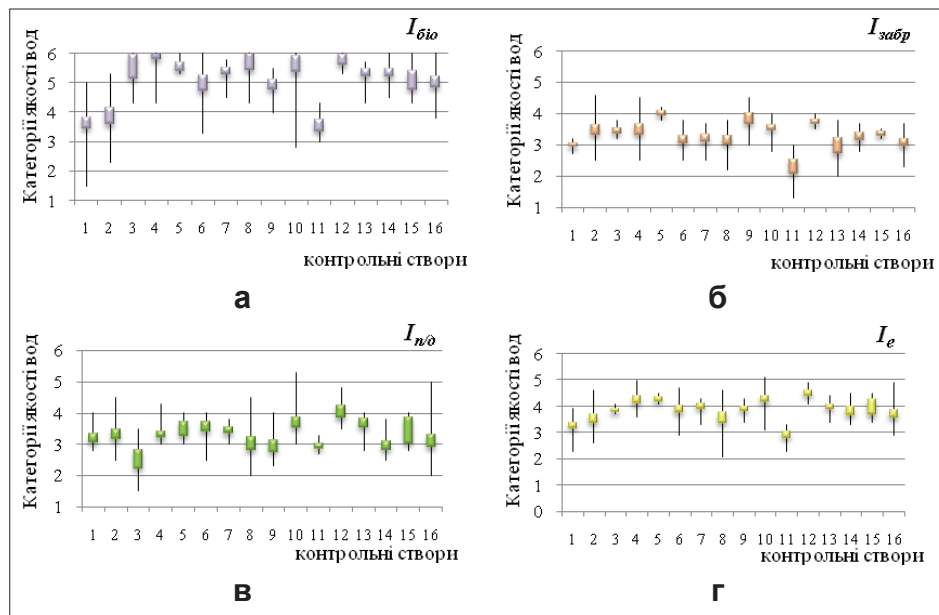


Рис. 3. Категорії якості води за групами речовин відповідно їх функціям у гідроекосистемах в контрольних створах річок Рівненської області впродовж 2009-2013 рр.

За мінімальними значеннями біогенних елементів найкращою виявилась якість води у створах р. Стир із характеристикою стану «відмінний – дуже добрий» та «дуже добрий» і

ступенем чистоти «дуже чиста» та «чиста» відповідно у створах № 1 та № 2. У решти створів категорії мінімального вмісту біогенних елементів коливались від 2,8 – стан «добрий»,

ступінь чистоти «досить чиста» (створ № 11) до 5,3 – стан «посередній», ступінь чистоти «помірно забруднена» (створи № 6, 13).

Просторова динаміка групи речовин-забруднювачів (I<sub>забр.</sub>) свідчить про переважно 3-4 категорії якості води за середнім вмістом завислих речовин, заліза, міді, цинку, марганцю та фторидів (рис. 3б). Це оцінювало стан води у контрольних створах від «доброї» до «задовільної», а ступінь чистоти від «досить чистої» до «слабко забрудненої».

За максимальними значеннями категорії речовин-забруднювачів не піднімались вище 4,6 – стан «задовільний-посередній», ступінь чистоти «слабко забруднена – помірно забруднена». Зокрема, така характеристика була властива для поверхневих вод у створах № 2 (р. Случ в межах м. Березне, нижче скидів стічних вод), № 4 (р. Устя в межах м. Рівне, після скидів стічних вод), № 9 (р. Замчисько в межах с. Мала Любаша).

Якість води за мінімальними значеннями речовин-забруднювачів у створі № 5 (р. Устя в межах м. Рівне, розширена ділянка) була найгіршою серед решти створів – стан «задовільний» ступінь чистоти «слабко забруднена». У решти контрольних створів мінімальні значення речовин-забруднювачів коливались від категорії 1,3 (створ № 11 – р. Стубелка) – стан «відмінний», ступінь чистоти «дуже добра» до категорії 3,5 у створі № 12 (р. Іква с. Сопанівчик) – стан «добрий – задовільний», ступінь чистоти «досить чиста – слабко забруднена».

Важкі метали, які віднесені до групи речовин-забруднювачів, є обов'язковими компонентами природних вод, що впливають на якість води та

на функціонування всієї гідроеко-системи. Аналіз ретроспективних та наближених до сучасних даних [4-7] свідчить, що максимальні концентрації концентрацій важких металів у річках області припадають на літній період. На відміну від інших металів, значні концентрації марганцю в річках області фіксуються і у зимовий період, коли на річках тримається льодостав.

Необхідно зауважити, що присутність хрому в річковій воді Рівненської області не характерна. Нікель, для якого не властиве біогенне накопичення, не визначається. Фтор надходить із поверхневими водами. Саме тому в меженний період маловодних років у воді річок фіксується підвищений вміст фторидів (4-5 категорії). Мідь у річках області характеризується підвищеним вмістом (4-5 категорії). Залізо у значній кількості надходить із підземним стоком, а також із промисловими стічними водами.

В області зафіксовані джерела забруднення нафтопродуктами підземних вод на окремих ділянках Дубнівського та Здолбунівського районів. Проте, їх визначення у поверхневих водах річок за останні роки не проводиться як і визначення вмісту у воді річок синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), хоча у наближений до сучасного період фіксувався їх значний вміст. За середніми значеннями величин це 3-4 категорія, за найгіршими – 4-6 [4-7].

Середні значення речовин, що характеризують продукційно-деструкційні процеси (рис. 3в) у більшості контрольних створів мали 3 і 4 категорії, що оцінювало їх стан як «добрий» і «задовільний», а ступінь чистоти як «чиста» і «слабко забруднена» відповідно.

Виключення становив створ № 3 (р. Устя поблизу витоку), де середні значення групи ( $I_{п/д}$ ) відповідали 2,5 категорії – стан «дуже добрий-добрий» ступінь чистоти «досить чиста-чиста».

Серед максимальних значень речовин, що характеризують продукційно-деструкційні процеси ( $I_{п/д}$ ) найкращою була категорія для створу № 11 (р. Стубелка вище скиду очисних споруд) – 3,3, що характеризувало «добрий» стан та «досить чисту» воду. Відносно кращою, порівняно з іншими створами, виявилась категорія групи і у створі № 3 (р. Устя поблизу витоку) – 3,5, що характеризувало стан води як «добрий-задовільний», а ступінь чистоти як «досить чиста – слабо забруднена». Решта контрольних створів максимальні значення групи речовин, що характеризують продукційно-деструкційні процеси, мали категорію від 4 – стан «задовільний», ступінь чистоти «слабко забруднена» до 5,3 – стан «посередній», ступінь чистоти «помірно забруднена».

Мінімальні значення речовин групи були найкращими у створі № 3 (р. Устя поблизу витоку) – 1,5 – стан «відмінний-дуже добрий», ступінь чистоти «дуже чиста-чиста» та у створах № 8 (р. Стир с. Іванчиці), № 16 (р. Горинь с. Висоцьк) – 2,0 – стан «дуже добрий», ступінь чистоти «чиста». Найвищою виявилась категорія мінімальних значень  $I_{п/д}$  у створі № 12 (р. Іква с. Сопанівчик) – 3,5 – стан «добрий – задовільний», ступінь чистоти «досить чиста – слабо забруднена».

Комплексний екологічний індекс якості поверхневих вод річок у контрольних створах був розрахований за принципом середньоарифметич-

ного трьох групових індексів ( $I_{біо}$ ,  $I_{забр}$ ,  $I_{п/д}$ ). Середні значення інтегрального індексу ( $I_c$ ) були переважно в межах 3-4,5 категорій (рис. 3г).

Зокрема, найгіршою виявилась якість води у створах №4 (р. Устя, в межах м. Рівне після скидів стічних вод), № 5 (р. Устя, поблизу гирла), № 7 (р. Стир у межах смт Зарічне, нижче скиду стічних вод), № 10 (р. Замчисько, в межах м. Костопіль нижче скидів стічних вод), № 12 (р. Іква, с. Сопанівчик), № 15 (р. Горинь с. Дубровиця нижче скиду стічних вод). Тут середні значення інтегрального індексу перевищували 4 категорію III класу, що характеризувало якість води як «задовільна», ступінь чистоти «забруднена». У решті контрольних створах якість поверхневих вод за середніми значеннями  $I_c$  мала категорії в межах перехідного від II до III класу, що характеризувало їх стан як «добрий-задовільний», а ступінь чистоти як «чиста-забруднена».

Категорії максимальних значень інтегрального індексу відносили якість поверхневих вод до III класу – стан «задовільний», ступінь чистоти «забруднена», причому були найвищими у створах №4 (р. Устя в межах м. Рівне) та №10 (р. Замчисько в межах м. Костопіль).

Категорії мінімальних значень індексу були найкращими у створах № 1 (р. Стир, в межах с. Бистричі), № 8 (р. Стир с. Іванчиці), № 11 (р. Стубелка, смт Клевань), що характеризували якість поверхневих вод в межах II класу – стан «добрий», ступінь чистоти «чиста». Найвищі категорії мінімальних значень індексу були у створах № 5 (р. Устя смт Оржів) та № 12 (р. Іква с. Сопанівчик), що оцінювали воду в межах III класу –

стан «задовільний», ступінь чистоти «забруднена».

Отже, проведена оцінка якості поверхневих вод річок за групуванням речовин відповідно до їх функцій у гідроекосистемах дозволила одержати уявлення про стан та ступінь чистоти водотоків із вра-

хуванням визначальних регіональних гідрохімічних параметрів. Для наочного узагальнення проведеної екологічної оцінки якості води річок Рівненської області було сформовано карту-схему із нанесенням цифрових значень трьох групових та інтегрального індексів (рис. 4).

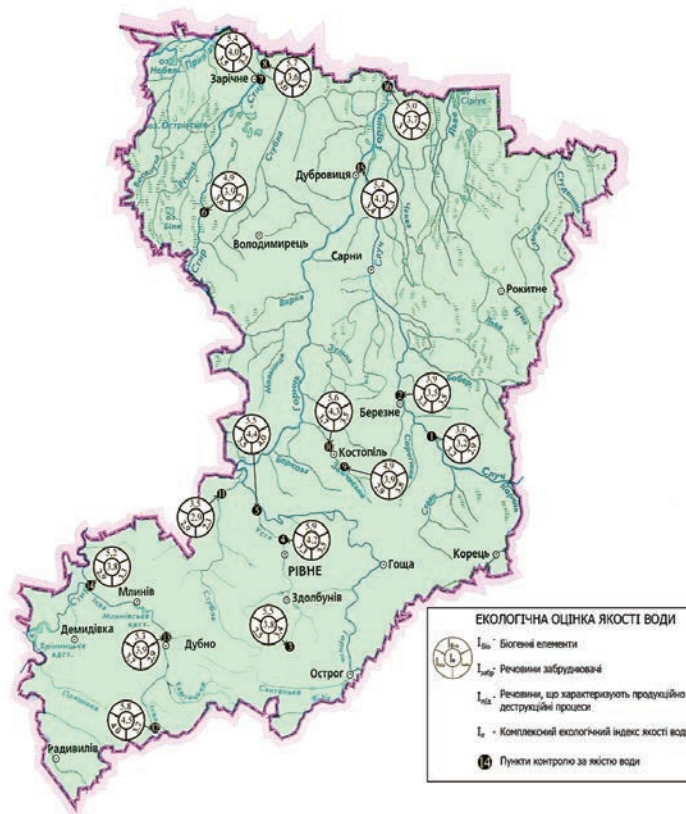


Рис. 4. Екологічна оцінка якості води річок Рівненської області за відповідними категоріями по середніх значеннях показників речовин відповідно їх функцій у гідроекосистемах упродовж 2009-2013 рр.

Аналіз нанесених на карту колових діаграм дозволяє помітити, що найвищі категорії за середніми значеннями показників у річках області були характерні для групи біогенних речовин (від

3,5 II-III класу – стан «добрий-задовільний», ступінь чистоти «досить чиста – слабо забруднена» до 5,9 IV класу – стан «поганий», ступінь чистоти «брудна»). Групи речовин-забрудню-

Таблиця 2

Порівняння результатів екологічної оцінки якості поверхневих вод  
у контрольних створах річок Рівненської області

№ з/п	Середнє значення індексу ( $I_p$ )	Клас якості води	Стан (за класом)	Ступінь чистоти (за класом)	№ з/п	Середнє значення індексу ( $I_p$ )	Клас якості води	Стан (за класом)	Ступінь чистоти (за класом)
1	$\frac{2,8}{3,2}$	II II	добрий добрий	чиста чиста	9	$\frac{2,9}{3,9}$	II III	добрий задовільний	чиста забруднена
2	$\frac{3,1}{3,5}$	II II-III	добрий- задовільний	чиста- забруднена	10	$\frac{3,3}{4,3}$	II III	добрий задовільний	чиста забруднена
3	$\frac{2,9}{3,8}$	II III	добрий задовільний	чиста забруднена	11	$\frac{2,5}{2,9}$	II II	добрий добрий	чиста чиста
4	$\frac{3,2}{4,2}$	II III	добрий задовільний	чиста забруднена	12	$\frac{3,2}{4,5}$	II III	добрий задовільний	чиста забруднена
5	$\frac{3,4}{4,4}$	II III	добрий задовільний	чиста забруднена	13	$\frac{2,7}{3,9}$	II III	добрий задовільний	чиста забруднена
6	$\frac{2,9}{3,9}$	II III	добрий задовільний	чиста забруднена	14	$\frac{2,9}{3,8}$	II III	добрий задовільний	чиста забруднена
7	$\frac{2,9}{4,0}$	II III	добрий задовільний	чиста забруднена	15	$\frac{2,9}{4,1}$	II III	добрий задовільний	чиста забруднена
8	$\frac{3,1}{3,6}$	II II-III	добрий- задовільний	чиста- забруднена	16	$\frac{2,9}{3,7}$	II III	добрий задовільний	чиста забруднена

вачів та речовин, що характеризують продукційно-деструкційні процеси у гідроекосистемах, мали кращі значення категорій і знаходилися майже на одному рівні: 2,3-4 та 2,5-4 відповідно.

Тобто, клас якості води за показниками досліджених груп коливався від II класу з характеристикою стану «дуже добрий», ступінь чистоти «чиста» до III класу з характеристикою стану «задовільний», ступінь чистоти «слабко забруднена».

Інтегральний екологічний індекс речовин відповідно до їх функцій у гідроекосистемах змінював своє значення у річках області від 2,9 категорії II класу – стан «добрий», ступінь чистоти «чиста» до 4,5 категорії III класу – стан «задовільний», ступінь чистоти «забруднена».

Порівняння одержаних результатів при розрахунках інтегрального екологічного індексу за блоками речовин: сольовий, трофо-сапробіологічний та специфічний токсичної дії (в чисельнику) та за групами речовин: біогенні, забруднювачі, продукційно-деструкційні (у знаменнику) представлено в таблиці 2.

Так, практично у всіх створах клас якості води розрахований за офіційною «Методикою...» [9] був кращим за клас якості води, що розраховувався модифікованим нами варіантом. Розбіжність результатів при цьому мала інтервал між «добрим» та «задовільним» станом поверхневих вод.

Виключення становили створ № 1 (р. Случ в межах с. Бистричі, вище скиду стічних вод о/с ДП «Комунальник») та створ № 11 (р. Стубелка в межах селища Клевань, вище скиду з о/с КП «Клеванькомунсервіс»), де при обох підходах якість води характеризувалась II класом.

У створах № 2 (р. Случ в межах м. Березне, 0,6 км нижче скиду з о/с КП «Березневодоканал») та № 8 (р. Стир, в межах с. Іванчиці Зарічненського р-ну (витік ріки в Білорусь, 4 км до кордону, 74 км від гирла) екологічний індекс змінився від II до перехідного II-III класу якості води. У решті дванадцяти створах клас якості води змінився з II – стан «добрий», ступінь чистоти «чиста» на III – стан «задовільний», ступінь чистоти «забруднена».

Звичайно, оцінка за модифікованим варіантом є дещо «песимістичною». Однак важливе отримання об'єктивних висновків щодо загального стану водного об'єкту та тих показників, які визначають його формування. Така програма контролю, на наш погляд, забезпечує аналіз екологічної ситуації та причини не підтримання «доброго» стану води із врахуванням регіональних гідрохімічних особливостей.

### Висновки

Проведене порівняння сучасного та ретроспективного екологічного стану річок Рівненської області за «Методикою оцінки ... за відповідними категоріями» [9] дозволило з'ясувати, що впродовж 1964-2013 рр. основними формуючими факторами якості поверхневих вод виявляються блоки трофо-сапробіологічних та специфічних показників, які знаходяться в межах 3-5 категорій III класу (стан «задовільний», ступінь чистоти «забруднена»). При цьому загальний екологічний стан річок оцінюється переважно в межах II класу якості (стан «добрий», ступінь чистоти «чиста»). Причиною цього виявляється вплив на результати оцінки 1-2 катего-

рії блоку показників сольового складу, що є регіональною характеристикою річок і лишається незмінною близько 50 років.

Існуюча необхідність у пошуках диференційованих підходів до оцінки екологічного стану водойм із врахуванням регіональних гідрохімічних особливостей дозволила розглянути як пріоритетні фактори формування якості води річок області речовини трофосапробіологічного та специфічного блоків.

Проведення модифікованого варіанту оцінки екологічного стану річок із врахуванням функцій, які виконують ці речовини у гідроекосистемах виявило, що група біогенних речовин у річках області знаходиться переважно в межах 4-6 категорій III-IV класів якості (стан «задовільний-поганий», ступінь чистоти «забруднена-брудна»). Групи речовин-забруднювачів та речовин, що характеризують продукційно-деструкційні процеси у гідро-

екосистемах, знаходились приблизно на одному рівні в межах 3-4 категорій II-III класів якості (стан «добрий-задовільний»), ступінь чистоти «чиста-забруднена». Визначений в такий спосіб загальний екологічний стан річок області оцінюється переважно в межах III класу якості (стан «задовільний»), ступінь чистоти «забруднена».

Оскільки пріоритетними забруднювачами річок Рівненської області на сучасному етапі є група біогенних речовин, конкретні практичні заходи з покращення якості поверхневих вод мають спрямовуватись на усунення основних джерел надходження азоту амонійного, азоту нітратного, азоту нітритного та фосфору фосфатів.

Використання диференційованого підходу до оцінки екологічного стану водних об'єктів дозволить приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо водогосподарської діяльності та ведення моніторингу поверхневих вод різних територій.

#### Література

1. Васенко А.Г. Анализ методологических подходов к оценке качества поверхностных вод / А.Г. Васенко, А.А. Верниченко, Д.Ю. Верниченко-Цветков // *Вода: химия и экология*. – 2013. – № 10. – С. 46-51.
2. Ковальчук Л.А. Вероятностно-статистическое оценивание качества поверхностных вод по категориям / Л.А. Ковальчук, Н.Н. Осадчая, В.И. Осадчий // *Научн. труды УкрНИГМИ*. – 2008. – Вып. 257. – С. 162-175.
3. Шитиков В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
4. Клименко Н.А., Мельник В.И. Экологические нормативы качества воды рек Ровенской области: методология, результаты // *Вестник Ровенского государственного технического университета: Сб. науч. тр.* – Ровно. – 2000. – Вып. 4 (6). – С. 30-36.
5. Мельник В.Й. Екологічна оцінка сучасного стану якості річкових вод Рівненської області // *Український географічний журнал*. – 2000. – № 4. – С. 44-52.
6. Мельник В.Й. До методики визначення екологічних нормативів якості річкових вод (на прикладі рік Рівненської області) // *Український географічний журнал*. – 2001. – № 1. – С. 37-45.
7. Мельник В.Й. Порівняльна характеристика якості води річок Рівненської області за інтегральними показниками // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. зб.* – К., 2001. – Т. 2. – С. 471-474.

8. Коненко А.Д. Гидрохимическая типизация водосборов рек Украинской ССР / А.Д. Коненко, Н.М. Кузьменко // Гидробиол. журн. – 1972. – Т. VIII. – № 1. – С. 5-16.
9. Романенко В.Д. Методика экологической оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям / В.Д. Романенко, В.М. Жукинский, О.П. Окснюк [и др.]. – К.: СИМВОЛ-Т, 1998. – 28 с.
10. Гриб И.В. Экспертная оценка токсических загрязнений пресноводных экосистем / И.В. Гриб, Ф.Я. Комаровский // Гидробиол. журн. – 1990. – 26, № 12. – С. 65-71.



---

---

# ЕКОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ

---

---

УДК 504.4:669.184

## ОЧИСТКА АГЛОМЕРАЦИОННЫХ ГАЗОВ ПУТЕМ УСТАНОВКИ В ГАБАРИТАХ КОЛЛЕКТОРА ИНЕРЦИОННОГО АППАРАТА «VAV», А ТАКЖЕ РЕШЕНИЯ ПО ДОСТИЖЕНИЮ ЕВРОПЕЙСКИХ НОРМ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРЕ

Кащеев М.А.<sup>1</sup>, Влади В.А.<sup>2</sup>, Манзенко С.В.<sup>2</sup>, Кащеев Е.М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Днепродзержинский государственный технический университет  
ул. Днепростроевская, 2, 51900, г. Днепродзержинск  
pmz@pmz.dp.ua;

<sup>2</sup> ООО «Конструкторское бюро «ВВВ»  
ул. Сичеславский шлях, 2, 51909, г. Днепродзержинск  
pmz@pmz.dp.ua;

<sup>3</sup> ООО «Приднепровский механический завод»  
ул. Сичеславский шлях, 2, 51909, г. Днепродзержинск  
pmz@pmz.dp.ua

Рассмотрены технологические особенности производства агломерата в Украине, влекущих за собой огромные выбросы пыли и газов в атмосферу. Разработан, спроектирован, изготовлен и установлен в коллекторе агломерационной машины №12 предприятия ПАО «Днепровский металлургический комбинат» инерционный аппарат «VAV-250-АФК», что позволило уменьшить запыленность газов на выходе аппарата с 3,0 г/нм<sup>3</sup> до 0,92 г/нм<sup>3</sup> соответственно эффективность работы аппарата составила 70%. Предложено проектно-техническое решение замены батарейных циклонов на аппарат тонкой очистки газов «VAV-400/50 мг/нм<sup>3</sup>». *Ключевые слова:* агломашина, выбросы пыли, инерционный аппарат, коллектор, тонкая очистка, европейские нормы.

**Очищення агломераційних газів шляхом встановлення інерційного апарату «VAV», а також рішення по досягненню європейських норм викидів у повітря.** Кащеев М.А., Владі В.О., Манзенко С.В., Кащеев Е.М. Розглянуто технологічні особливості виробництва агломерату в Україні, що тягнуть за собою величезні викиди пилу і газів в атмосферу. Розроблено, спроектований, виготовлений і встановлений в колекторі агломераційної машини №12 підприємства ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат» інерційний апарат «VAV-250-АФК», що дозволило зменшити запыленість газів на виході апарату з 3,0 г/нм<sup>3</sup> до

0,92 г/м<sup>3</sup> соответственно ефективність роботи апарату склала 70%. Запропоновано проектно-технічне рішення заміни батарейних циклонів на апарат тонкого очищення газів «VAV-400/50 мг/м<sup>3</sup>». *Ключові слова:* агломашина, викиди пилу, інерційний апарат, колектор, тонке очищення, європейські норми. *Ключові слова:* агломашина, викиди пилу, інерційний апарат, колектор, тонке очищення, європейські норми.

**Pre-cleaning of sintering gases by setting the inertial apparatus "VAV" in the collector clearance.** Kashcheiev M., Vladi V., Manzenko S., Kashcheiev E. Technological features of sinter production in Ukraine, entailing huge emissions of dust and gases in the atmosphere were examined. The inertial apparatus, "VAV-250-ROS" was developed, designed, manufactured and installed in the collector of sintering machine №12 of PJSC "Dnipro Metallurgical Complex". This allowed to reduce dustiness of gases at the output of apparatus from 3.0 g/Nm<sup>3</sup> to 0.92 g/Nm<sup>3</sup>, accordingly, the efficiency of the apparatus was 70%. *Keywords:* sintering machine, dust emissions, inertial apparatus, collector, precipitation of dust.

Производство агломерата сопровождается образованием больших объемов запыленных газов. Технологические газы (организованные выбросы) образуются при спекании шихты на агломашине. Газы отводятся из – под аглоленты через вакуум-камеры, коллектор, пылеулавливающую установку, из которой отсасываются эксгаустером и через дымовую трубу выбрасываются в атмосферу. Выход технологических газов на 1 т агломерата составляет в среднем 2,5 тыс. м<sup>3</sup>/час, а количество газов, отсасываемых от одной машины, колеблется от 300 тыс. до 2,0 млн. м<sup>3</sup>/час. В зависимости от площади спекания температура газов составляет 120-180°C. Технологические газы содержат (% объемных) CO<sub>2</sub> – 5-10; CO – 0,5-3,0; O<sub>2</sub> – 12-18; SO<sub>2</sub> – 0,1-0,5; N<sub>2</sub> – остальное. Влагосодержание 5-15%. Содержание пыли 4,0-8,0 г/н.м<sup>3</sup>[1,9].

#### Постановка задачи

Обеспыливание агломерационных газов определяется как технологической потребностью – необходимостью увеличения срока службы эксгаустеров, который сейчас составляет от 1,5 до 10 месяцев, а также необхо-

димостью очистки отходящих газов, выбрасываемых в атмосферу, для улучшения экологической обстановки вокруг аглофабрик [6, 7].

Для исследуемой агломерации характерны некоторые технологические особенности, влекущие за собой огромные выбросы пыли и газов в атмосферу в отличие от аналогичных зарубежных аглофабрик [2, 10].

Так, на зарубежных аглофабриках спекают богатые железные руды, а не концентраты [3, 8]. Образующаяся при этом пыль в 3 раза крупнее и ее в 3 раза меньше. Содержание класса менее 200 мкм больше 50 %, поэтому организовать очистку газов несколько проще и легче.

Аглошихта для отечественных машин содержит в рудной части большую массовую долю пылящих железорудных концентратов (60-85 %) и возврата (до 20 %), затрудняющих процессы их подготовки и спекания, операции складирования и усреднения шихтовых материалов нередко с известкованием выполняют на открытых складах без средств пылеподавления [4]. Недостаточная газопроницаемость шихты, низкая герметичность газовых сетей агломашин вынуждают вести спекание в слоях малой высоты,

что приводит к увеличению пылеуноса. При этом пыль достаточно мелкая, содержание класса менее 63 мкм превышает 50 % [9].

Большая часть агломашии Украины оборудована одноступенчатыми батарейными циклонами (мультициклонами), установленными перед эксгаустерами [5,8], а мультициклоны преимущественно работают неэффективно, не обеспечивают надежную защиту эксгаустеров от абразивного износа и эффективное пылеулавливание для защиты окружающей среды.

**Результаты работы.** В связи с этим предложено установить в коллекторе агломашины № 12 ПАО «ДМК» инерционный аппарат «VAV-250-АФК», который, по предварительным расчетам, снизит запыленность технологических газов на входе в мультициклон на 30-50%, что даст возможность повысить эффективность работы циклонов и улучшить технологию спекания за счет снижения сопротивления в коллекторе и уменьшения выбросов пыли в окружающую среду.

Аппарат инерционного осаждения VAV предназначен для улавливания из промышленных или аспирационных газов дисперсных взвесей минерального или органического происхождения.

Расчетная эффективность улавливания частиц составляет:

- с медианным диаметром до 10 мкм – 50%;
- с медианным диаметром до 20 мкм – 70%.

Конструктивно возможно изготовление аппаратов производительностью от 500 м<sup>3</sup>/ч.

Отсутствие вихревых потоков, больших скоростей движения дисперсной массы в рабочей зоне аппа-

рата (скорость движения газового потока в аппарате снижается в 10 раз), существенно сокращается абразивный износ металлоконструкций с увеличением срока службы и эксплуатационных показателей.

По сравнению с устаревшими моделями циклофильтров срок службы инерционного аппарата VAV в 2-3 раза длиннее.

Малое сопротивление аппарата (до 500 Па) позволяет применять его в любом технологическом цикле производства и экономить затраты на энергоносители за счет снижения мощности эксгаустеров. Аппарат инерционного осаждения VAV представляет собой пылевую камеру с размещенным внутри газопроницаемым осадителем, выполненным из профильных элементов. Конфигурация и взаимное расположение элементов осадителя направляют газовый поток по сложной траектории между элементами осадителя (рис.1). В результате в процессе осаждения участвуют механизмы гравитационного осаждения и усиливается аэродинамическая составляющая комбинированного хода газов. Время пребывания мелкодисперсных взвесей и реальный путь частиц значительно увеличиваются, что приводит к повышению эффективности процесса осаждения.

Эвакуация уловленной дисперсной массы производится сухим способом через бункеры, которые находятся под коллектором. Отсутствие вихревых потоков на внутренней поверхности конструкции подверженной усиленному абразивному износу, улучшает эксплуатационные показатели.

Корпусная часть аппарата имеет люки для осмотра, доступа во внутрь аппарата и замены элементов осадителя.

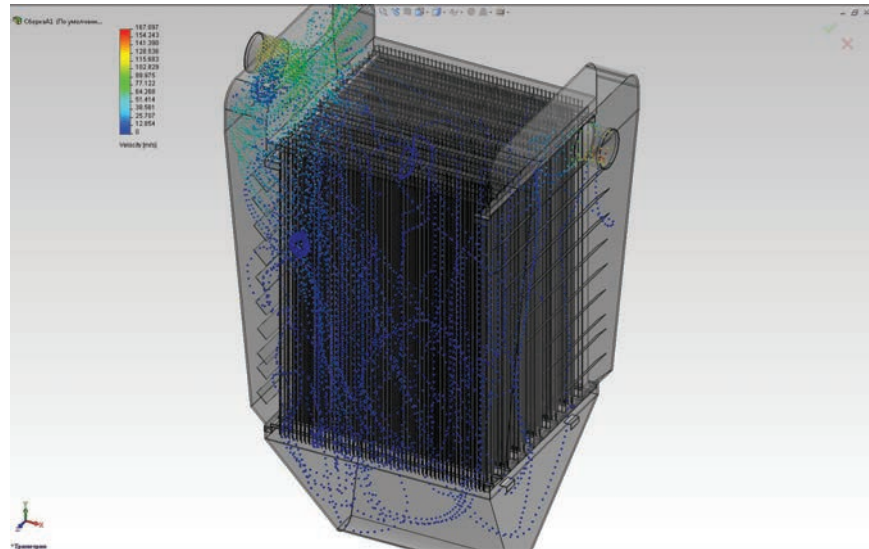


Рис. 1. Траектории движения частиц

теля без применения грузоподъемных механизмов. Конструкция крепления элементов осадителя позволяют, при необходимости, производить быструю их замену без применения сложных и дорогостоящих приспособлений. Аппарат может быть установлен в металлическом корпусе на постаменте с колоннами или непосредственно в коллекторе агломашины. Изготовление аппарата производится в соответствии с требованиями для поставки в полной готовности к монтажу и эксплуатации. Монтаж, пуск, наладка и сдача в эксплуатацию производится в полном объеме в соответствии с действующими нормами. При этом изготовитель гарантирует нормальную эксплуатацию аппарата в гарантийные сроки.

Такой аппарат был спроектирован и изготовлен для Днепропетровского металлургического комбината. В декабре 2015 года инерционный аппарат «VAV-250-АФК» был установлен и

налажен в корпусе газового коллектора агломерационной машины № 12 ПАО «ДМК» (рис. 2).

По результатам замеров проведенных экологической службой комбината, запыленность газов на выходе из аппарата составила  $0,92 \text{ г/н.м}^3$  при заявленной заказчиком в ТЗ входящей не менее  $3,0 \text{ г/н.м}^3$ . Эффективность очистки аппарата составила около 70%.

К преимуществам модернизации предварительной очистки газов относятся:

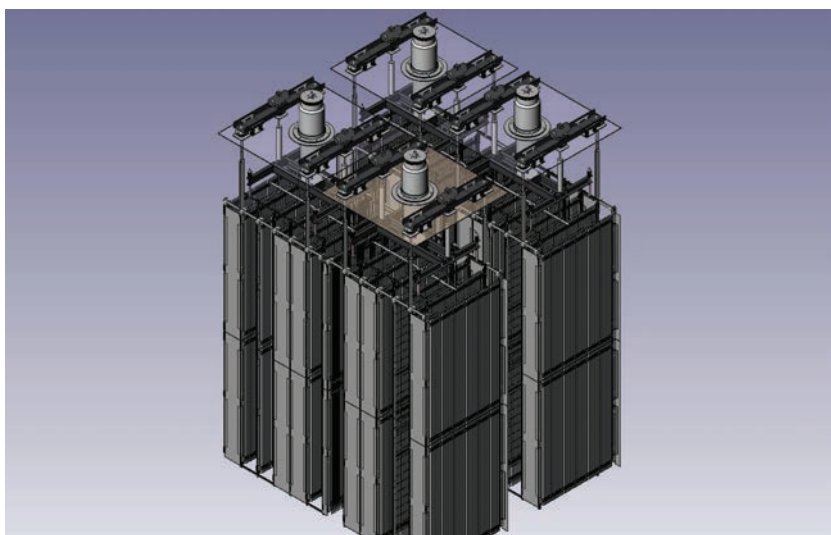
- сокращение уноса пыли из газового коллектора до 70% за счет осаждения в аппарате крупнодисперсной фракции до 20 мкм;
- увеличение доли крупнодисперсной фракции в общей массе уловленной пыли для возврата в производство из газового коллектора.

При реконструкции 2-й ступени очистки путем замены батарейных циклонов на аппарат тонкой очистки



*Рис. 2. Аппарат инерционного осаждения «VAV-250-АФК».  
Газовый коллектор агломашины № 12 ПАО «ДМК». Декабрь 2015 года*

газов «VAV-400/50D» возможно достижение европейских норм выбросов пыли в атмосферу до 40-50 мг/н.м<sup>3</sup> (рис. 3).



*Рис. 3. Электродная система аппарата VAV*

**Проектная эксплуатационно-техническая характеристика аппарата VAV-400/50D (пылевой):**

- габаритные размеры аппарата: длина – 9 м, ширина- 8 м, высота – 7 м;
- количество полей – 4 (комбинированных на 1 поле инерционного осаждения и 3 поля активно- электрических);
- энергопотребление на очистку газа – 0,3 кВт\*час на 1000м<sup>3</sup>;
- производительность по очищаемому газодисперсному потоку – 400 000 м<sup>3</sup>/час;
- температура обезвреживаемой среды – не более 400 оС;
- сопротивление аппарата – около 300 Па;
- эффективность очистки дымовых газов при входной концентрации – 1-6 г/ нм<sup>3</sup>;
- остаточная запыленность – не более 0,05г / нм<sup>3</sup>
- установленный срок службы – не менее 12 лет.

**Отличительная особенность аппаратов тонкой очистки газов «VAV» по сравнению с традиционным оборудованием**

Основным преимуществом разработанного проекта по сравнению с традиционными электрофильтрами является то, что при аналогичных габаритах производительность электрофильтра VAV в 2-3 раза выше, а эксплуатационные затраты – значительно меньше. По сравнению с традиционными аппаратами газоочистки электрофильтр VAV имеет ряд важных преимуществ.

- В отличие от традиционной технологической схемы очистки газов, электрофильтр VAV может использоваться как с предварительной (первой) ступени очистки, так и без нее.

- В рабочей зоне аппарата располагаются две различные зоны: нулевое поле инерционного осаждения, использующее возможности каскадных переходов энергии аэродинамической составляющей газового потока, расположенных за ним электрических полей с принудительным изменением направления потока, реализующих электроочистку газов.

- Механическое оборудование, детали осадительных и коронирующих электродов, системы пассивного газораспределения легко собираемы в ручную, а устранение отказов не требует применения специальной техники, занимает минимальное время – полная замена поля за 48 часов осуществляется без демонтажа крышки и стенок корпуса без травматизма обслуживающего персонала.

- Вибрационные механизмы регенерации поверхности активных частей осадительных и коронирующих электродов, расположенные вне активного объема аппарата, предотвращает вторичный унос конгломератов уловленных дисперсных взвесей.

- Расположение механизма регенерации (встряхивания) вне рабочей зоне аппарата, в отличие от традиционного расположения молоткового механизма (встряхивания) внутри аппарата, позволяет:

- сократить до минимума неактивные объемы между рабочими полями;
- в существующих корпусах оптимально разместить механическое оборудование;
- в новых корпусах резко сократить габариты установки газоочистки в 2 раза;
- проводить ремонт и профилактику механизма регенерации без остановки

электрофильтра, улучшая при этом его эксплуатационные показатели.

- В отличие от традиционного процесса электрогазоочистки, примененная в аппарате VAV комбинированной электронно-ионной технологии, позволяет эффективно улавливать газообразные загрязнители (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>), за счет образования в сильном электрическом поле униполярного коронного разряда с повышенной (более чем в 2 раза) электронно-ионной плотностью активных радикалов, озона сорбционных взаимодействий с уловленной заряженной дисперсной массой. С другой стороны, хемосорбция газообразных вредностей (загрязнителей) в накапливаемые слои дисперсной массы обеспечивает химическое кондиционирование для устранения вредных последствий обратного коронирования на поверхности осадительных электродов.

Важным преимуществом электрофильтра VAV является его практическое апробирование. Уже сейчас фильтры, созданные авторами с использованием комбинированной электронно – ионной технологии, работают на Криворожской ТЭС и Запорожском огнеупорном заводе.

В России аналогичные фильтры установлены на нефтеперерабатывающих заводах ОАО «Нижнекамскнефтехим».

Наглядным примером преимуществ фильтра VAV является его опыт работы на Запорожском огнеупорном заводе. Фильтр был установлен в 2007 году. Согласно отзыва о его работе «При входных концентрациях пыли 3-5 г/м<sup>3</sup> после электрофильтра была достигнута концентрация пыли, не превышающая установленных нормативов предельно допустимых выбро-

сов». Относительно работоспособности фильтра заказчиком отмечено «Все механическое и электрическое о бородование, поставленное и смонтированное (По Вашему проекту) находится в технически исправном состоянии... Никаких существенных ремонтов полей на сегодняшний день не производилось. Практически весь оставленный Вашим предприятием после монтажа олей ЗИП (элементы коронирующих и осадительных электродов, изоляторы) не использован». То есть эксплуатация нашего электрофильтра показала его высокую надежность и низкую стоимость обслуживания, ведь все ремонтные работы по истечении 5 лет постоянной эксплуатации ограничились заменой шпилек тяг системы вибровстряхивания, которые в силу их простоты выполняются силами механослужбы заказчика.

Кроме преимуществ самого фильтра, есть также ряд преимуществ в работе по его установке именно с нашими предприятиями:

1. Поскольку каждое предприятие, каждое производство по-своему уникальны, расчет параметров фильтра производится отдельно на каждом объекте. При установке серийного электрофильтра целый ряд показателей должен быть стандартизован, так как завод-изготовитель четко регламентирует эти показатели. Установка фильтра без учета их как минимум приведет к ограничению его работоспособности, как максимум – вызовет выход его из строя.

В отличии от конкурентов предлагается установка фильтра с адаптацией ее под конкретное производство с учетом требуемых массогабаритных показателей, конфигурации, проектных решений основного производства

и системы газоходов. Это позволяет создать единый комплекс основного производства электрофилтра VAV, что невозможно при установке серийного электрофилтра.

### Выводы

- предложен и опробован на агломашине №12 аглофабрики ПАО «ДМК» аппарат инерционного осаждения «VAV-250-АФК» для предварительной очистки газов;

- по результатам замеров, проведенных экологической службой комбината запыленность газов на выходе из аппарата составляет 0,92 г/н.м<sup>3</sup> при входящей запыленности 3 г/н.м<sup>3</sup>. Эффективность очистки составила около 70%;

- предложено проектно-техническое решение замены батарейных циклонов на аппарат тонкой очистки газов «VAV-400/50D», что позволит достичь европейских норм выбросов пыли в атмосферу до 40-50 мг/нм<sup>3</sup>.

### Литература

1. Савинов В.М., Дробный О.Ф., Садыков Н.Х. Аспирация хвостовых частей агломашин. «Сталь» № 2. 2007 г.
2. Величко А.Г., Бобылев В.П., Туришев В.В. и др. Эколого-технологические аспекты расширения ресурсосберегающих функций агломерационного производства // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2012. – № 2. – С. 107-109.
3. Агломерационные установки большой мощности по переработке железных руд. / *Материалы симпозиума с участием фирмы «Лурги», ФРГ, Кривой Рог, 1974 г.*
4. Пицык Ю.В., Шишацкий А.Г., Агапова В.Г. Пути повышения экологической безопасности в зоне влияния агломерационного производства / *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2010. – № 5. – С. 97-99.
5. Мищенко И.М., Егоров Н.Т. Возможности кардинального сокращения пылевых и газовых выбросов в агломерационном производстве / *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2005. – № 4.
6. Кричевский А.З. Совершенствование технологии агломерационного производства. Киев: Техника, 1989. – 77 с.
7. Совершенствование агломерационного процесса / Колесанов Ф.Ф. и др. – К: Техника, 1983. – 110 с.
8. Гурьев В.С., Корецкая Н.И. Очистка газов в агломерационном производстве США. Ин-т «Черметинформация», 1978. – 20 с.
9. Совершенствование технологии спекания агломерата / Р.С. Берштейн и др. – Днепропетровск: Промінь, 1975. – 11 с.
10. Очистка отходящих газов агломерационных машин / Ин-т «Черметинформация». – М.: ЦИИНЧМ, 1970, Сер. 22. Защита от загрязнений воздушного и водного бассейнов.



---

# ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

---

УДК 504.064:553.4

## ПЕРСПЕКТИВИ ОСВОЄННЯ ПОКЛАДІВ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ УКРАЇНИ ЯК СКЛАДОВА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

Рудько Г.І.<sup>1</sup>, Савлучинський О.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Державна комісія України по запасах корисних копалин  
вул. Кутузова 18/7, 01133, м. Київ  
office@dkz.gov.ua;

<sup>2</sup>Міністерство екології та природних ресурсів України  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ

Досліджено питання енергетичної безпеки України як однієї з ключових умов стабільного існування та економічного росту України. Констатовано, що наявний ресурсний потенціал природного газу може повністю забезпечити диверсифікацію постачання цього виду палива в разі термінового нарощення ресурсної бази традиційного та нетрадиційного газу. Найперспективнішими щодо видобутку сланцевого газу визнано Східний і Західний нафтогазові регіони. *Ключові слова:* енергетична безпека, диверсифікація, ресурсна база, сланцевий газ.

**Перспективы освоения залежей сланцевого газа Украине как составляющая энергетической безопасности государства.** Рудько Г.И., Савлучинский О.Н. Обсуждены вопросы энергетической безопасности Украины как одного из ключевых условий стабильного существования и экономического роста Украины. Констатировано, что имеющийся ресурсный потенциал природного газа может полностью обеспечить диверсификацию поставок этого вида топлива в случае срочного наращивания ресурсной базы как традиционного, так и нетрадиционного газа. Наиболее перспективными по добыче сланцевого газа признано Восточный и Западный нефтегазовые регионы. *Ключевые слова:* энергетическая безопасность, диверсификация, ресурсная база, сланцевый газ.

**Prospects for development of shale gas deposits in Ukraine as a part of national energy security.** Rudko G., Savluchynskiy O. The issues of energy security of Ukraine were discussed, as one of key conditions for sustainable existence and economic growth of Ukraine. It was stated that the existing resource potential of natural gas can fully ensure diversification of fuel supply in case of urgent increase of the resource base of both conventional and unconventional gas. Eastern and Western oil and gas regions are recognized as the most perspective for shale gas production. *Keywords:* energy security, diversification, resource base, shale gas.

Більшість держав світу є імпортерами енергоносіїв, залежними від їх зовнішніх джерел і шляхів постачання. Обмеженість і нерівномірність розміщення енергоресурсів у світі

загострило питання енергетичної безпеки країн світу [1].

Для успішної реалізації енергетичної незалежності необхідні [2]:

- оптимізація енергетичного ринку;

- наявність власних ресурсів;
- диверсифікація джерел і маршрутів імпорту;
- енергоощадність, енергоефективність;
- стратегічні резерви.

У Стратегії сталого розвитку України на період до 2020 року (Указ Президента України від 12 січня 2015 року № 5/2015) серед пріоритетних визначено реалізацію програми енергонезалежності. Саме енергетична безпека має стати невід'ємною складовою економічної і національної безпеки, необхідною умовою існування і розвитку держави.

На думку Є.І. Крижанівського [3], енергетична безпека України охоплює такі важливі компоненти як спроможність держави гарантувати ефективне використання власної паливно-енергетичної бази, здійснювати оптимальну диверсифікацію джерел і шляхів постачання в Україну енергоносіїв для забезпечення життєдіяльності населення та функціонування національної економіки в режимах звичайного, надзвичайного і воєнного станів, запобігати різким ціновим коливанням на паливно-енергетичні ресурси, створювати умови для безболісної адаптації національної економіки до зростання цін на ці ресурси.

Оскільки газова промисловість України задовольняє потреби держави в природному газі власного видобутку тільки на 20%, то більшість блакитного палива ми змушені імпортувати. До 2014 р. основним постачальником природного газу на український ринок була Росія, яка могла чинити економічний і політичний тиск на нашу державу(рис. 1).

Нині уряд запровадив низку ініціатив, спрямованих на диверсифікацію постачання–використання української газотранспортної системи в реверсивному напрямку для імпорту газу з країн ЄС, що дало змогу повністю відмовитись від його імпорту з Росії. Заплановано будівництво LNG-терміналу в Одеській області для приймання скрапленого газу, обговорюються проекти розширення газотранспортних потужностей і перспективи надання доступу до підземних сховищ України для зберігання європейського газу.

Ці заходи частково вирішать питання енергозабезпечення нашої держави, проте не слід забувати про власний потенціал газовидобутку. Україна має значні поклади природного газу. Так, станом на 2014 р. його запаси оцінено в 993,3 млрд м<sup>3</sup>, ресурси – в 7 млрд 254 млн т умовного



Рис. 1. Імпорт газу в Україну з Росії та країн Європи в 2013-2015 рр. [4]

палива. Найбільше їх зосереджено у Східному регіоні (близько 85 %). На Західний і Південний припадає відповідно 10 і 5 % покладів. Ситуація ускладнюється тим, що майже половина запасів газу знаходиться в родовищах, які перебувають на кінцевій стадії розробки. Близько 90 % експлуатаційного фонду свердловин, що забезпечують понад 70 % газовидобування, сконцентровано саме в них. Значну кількість продуктивних пластів не розробляються через очікування впровадження новітніх технологій і підвищення коефіцієнта конденсатовіддачі [5].

Значну кількість природного газу власного видобутку (до 1,8–2,4 млрд м<sup>3</sup>) Україна втратила у зв'язку з окупацією Кримського півострова й доступу до розробки покладів вуглеводнів на кримському шельфі Чорного й Азовського морів.

Ресурсну базу природного газу необхідно терміново нарощувати, шукати нові родовища як традиційного, так і нетрадиційного газу, оскільки підтверджених на сьогодні запасів вистачить приблизно на 15 років видобутку. За усталеної міжнародної практики для забезпечення зростання видобутку газу приріст його запасів має в 2–3 рази перевищувати видобуток [6], у той час як за останні 3 роки ПАТ “Укргазвидобування” дало лише 45 млрд м<sup>3</sup> газу й збільшило його запаси на 29 млрд м<sup>3</sup> замість необхідних 140 млрд м<sup>3</sup>.

Наявний геологічний потенціал країни може реально забезпечити одержання значно більших обсягів природного газу, ніж нині, а в разі впровадження відповідних технологій наша держава зможе повністю забезпечити себе власними енергоносіями.

Запаси традиційного газу в Україні освоєні на 25 %. Його видобування на сьогодні не тільки економічно вигідне, а й екологічно безпечне.

Освоєння родовищ сланцевого газу – одне з вагомих джерел поповнення ресурсного потенціалу України є найперспективнішим проектом із довготривалим ефектом.

Уперше питання щодо широких перспектив видобутку й застосування сланцевого газу було порушене у США в 1970-ті роки в період нафтових криз і стурбованості проблемами енергетичної безпеки, в цій країні активізувалися дослідження з видобутку нетрадиційних газів.

Розвіданих запасів сланцевого газу в США виявилось більше, ніж природного. Оскільки цей вид палива залягав у сланцевих породах, видобувати його за технологією гідророзриву було легше й дешевше, ніж бурити нові глибокі свердловини для одержання традиційного газу.

Основною причиною виходу США на перше місце у світі з видобутку такого газу стала державна підтримка приватних інвестицій у буріння. Влада також допомогла створити потрібну інфраструктуру для видобутку і транспортування газу, що не тільки забезпечило внутрішній ринок країни, але й дало змогу відмовитись від імпорту зрідженого природного газу, уможливило варіанти його експорту в інші.

Масштабність “сланцевої революції” демонструють обсяги видобутої сировини: протягом 1996 р. в США одержано 8 млрд м<sup>3</sup> сланцевого газу, у 2008 р. ця цифра становила вже 57 млрд м<sup>3</sup>, у 2010 р. – 138, а це приблизно чверть загального обсягу газу, видобутого в країні. Отже, за 14 років обсяги його видобутку зросли в 17 разів.

Не залишилися осторонь й інші держави. Значні поклади сланцю, з якого доцільно вилучати сланцевий газ, відомі в Канаді, Австралії, Індії, Китаї, де вже найближчим часом планується його видобуток. За офіційним звітом Державної геологічної служби та Міністерства природних і земельних ресурсів Китаю наприкінці 2014 р. підтверджено 500 млрд м<sup>3</sup> запасів сланцевого газу. Газоносні товщі в Китаї знаходяться на площі в 170 тис. км<sup>2</sup> у 54 великих родовищах. Тільки в 2014 р. тут пробурено 780 сланцевих свердловин для промислового видобутку газу.

Максимально диверсифікувати постачання природного газу з Росії за рахунок власного видобутку сланцевого газу поставили собі за мету й європейські держави. З кінця 2009 р. розвідувальна діяльність на території Європи невпинно зростає. Переважна більшість ліцензійних

ділянок знаходиться в Польщі, проте відповідний процес стартував також в Австрії (Віденський басейн), Франції (Паризький і Південно-Східний басейни), Німеччині, Нідерландах (Північноморсько-Німецький басейн), Швеції (Скандинавський регіон), Великій Британії (Північна і Південна нафтоносні системи) (рис. 2) [7].

Точного обсягу запасів сланцевого газу в цьому регіоні не встановлено, однак за оцінками Міжнародного енергетичного агентства запаси газу, придатні для технічного видобутку через буріння, досягають 35 трлн м<sup>3</sup>. Це значно менше, ніж у Північній Америці, однак якщо вони виявляться економічно рентабельними, то імпорт газу вдасться утримувати на сучасному рівні протягом 40 років.

Оскільки запаси сланцевого газу в європейських басейнах геологічно різняться від американських, то їх видобуток на сьогодні обходиться значно дорожче. Крім того в більшо-

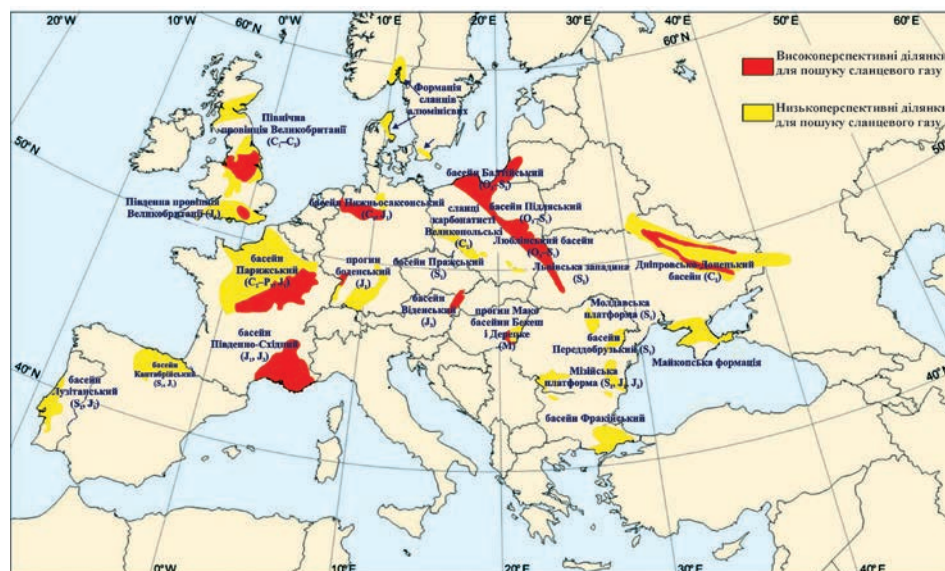


Рис. 2. Головні європейські басейни з потенціалом сланцевого газу [8]

сті країн Європи діє жорстке природоохоронне законодавство, через яке багато країн ввели мораторій на видобуток нетрадиційного газу.

Найперспективнішими для видобутку нетрадиційних вуглеводнів в Україні, а отже, й зонами посиленого екологічного контролю, є Західний і Східний нафтогазоносні регіони. В межах Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) найперспективнішими є девон-карбоніві чорносланцеві товщі, в Західному нафтогазоносному регіоні – відклади кембрію і силуру Волино-Подільської плити (точніше, Зовнішньої зони Львівського палеозойського прогину), в Карпатському регіоні – слабкопроникні шаруваті (сланцюваті) верхньокрейдяні (стрийські) відклади Складчастих Карпат [9].

Глибина залягання сланців у ДДЗ змінюється від 1500 до 4500 м, у Люблінському басейні (Волино-Подільська плита) – від 1500 до 2800 м. За термічною зрілістю  $R_o$  сланцеві породи Волино-Поділля й ДДЗ майже аналогічні європейським (0,8–1,5 %), однак поступаються американським за вмістом вуглецю ТОС (0,5–5,5 %) [10]. Проте їх ефективна товщина не відрізняється від світових показників і змінюється від 30 до 100 м.

За попередніми оцінками, прогнозні ресурси сланцевого газу в Україні становлять 5–8, видобувні – 1–1,5 трлн  $m^3$ . Ресурси газу в щільних породах можуть досягати 2–8 трлн  $m^3$ : в Східному регіоні – 3–8,5 трлн  $m^3$ , Західному – 1–2 трлн  $m^3$ . Прогнозні ресурси газу в слабкопроникних верхньокрейдяних відкладах Карпатського регіону оцінено в 1,1 трлн  $m^3$  [9]. Ресурсна база нетрадиційного газу в Україні за різними підрахунками доволі мінлива, однак простежується

високий його потенціал, здатний збільшити обсяги видобутку власного газу саме за рахунок розробки покладів нетрадиційного газу.

Освоєння українських родовищ вуглеводнів, зокрема сланцевого газу, потребує значних капіталовкладень у його розвідку та видобуток. Недостатнє вивчення запасів сланцевого газу потребує детальніших досліджень із бурінням дорогих тестових свердловин та залученням іноземних компаній, що мають досвід виконання таких робіт, не в останню чергу через значні екологічні ризики означених проектів.

Перші пошуково-розвідувальні проекти на нетрадиційний газ у межах ДДЗ розпочала компанія “Шелл” спільно з ПАТ “Укргазвидобування”. Пробурено свердловини Біліївська-400 глибиною 5250 м та Ново-Мечебилівська-100 з метою пошуку покладів газу в ущільнених пісковиках (рис. 3). Ще однією перспективною ділянкою на газ в ущільнених породах у межах ДДЗ є Юзівська (рис. 4). На початковому етапі розвідки на ній заплановано будівництво 15 пошукових свердловин протягом 5 років [11].

У Західному регіоні проведення геологорозвідувальних робіт на поклади газу сланцевих товщ намітила на Олеській ділянці компанія “Chevron Corporation” (рис. 5). Найперспективнішими у межах цієї площі є відклади силурійського віку, представлені нижнім і верхнім відділами (рис. 6). Максимальна їх потужність становить 640 м. Глибина залягання перспективних (продуктивних) горизонтів змінюється від 1500 до 3000 м, їх потужність коливається в межах 25–100 м.

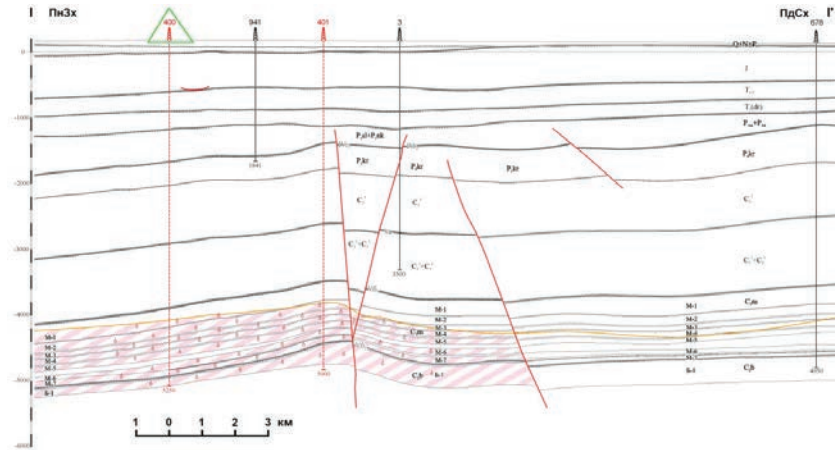


Рис. 3. Білівська площа. Фрагмент сейсмогеологічного розрізу по лінії I-I' із свердловинами глибокого буріння на сланцевий газ [12]

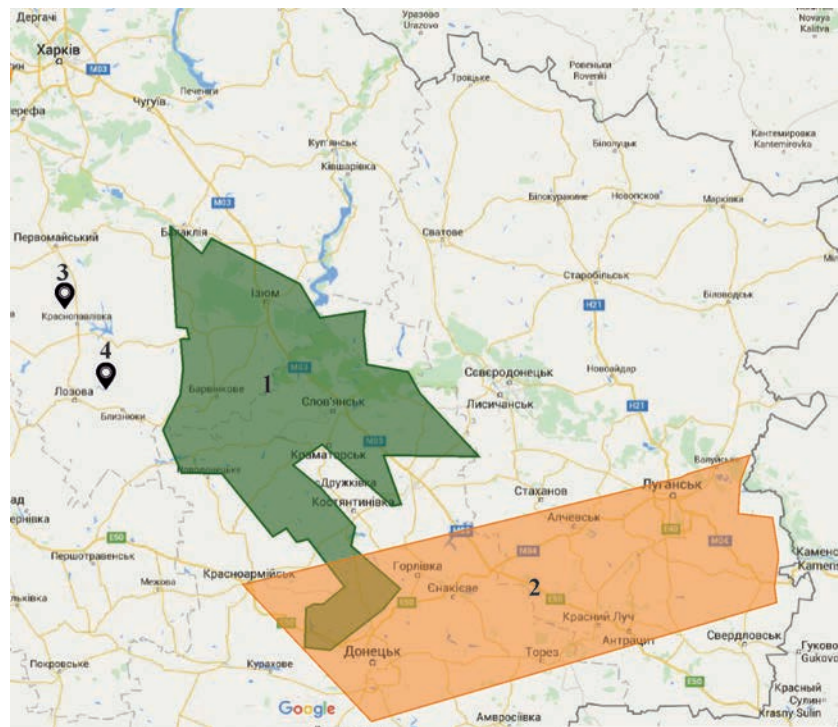


Рис. 4. Перспективні ділянки нетрадиційного газу в межах Дніпровсько-Донецької западини [13]:

- 1 – Юзівська площа, 2 – перспективна зона для розробки покладів метану вугільних пластів; 3 – свердловина Білівська-400; 4 – свердловина Ново-Мечибилівська-100

Крім того, ліцензії на видобування сланцевого газу отримала італійська компанія “ENI” (рис. 5).

Проте через низку чинників (різке падіння цін на вуглеводні у світі, складні умови видобутку, під-

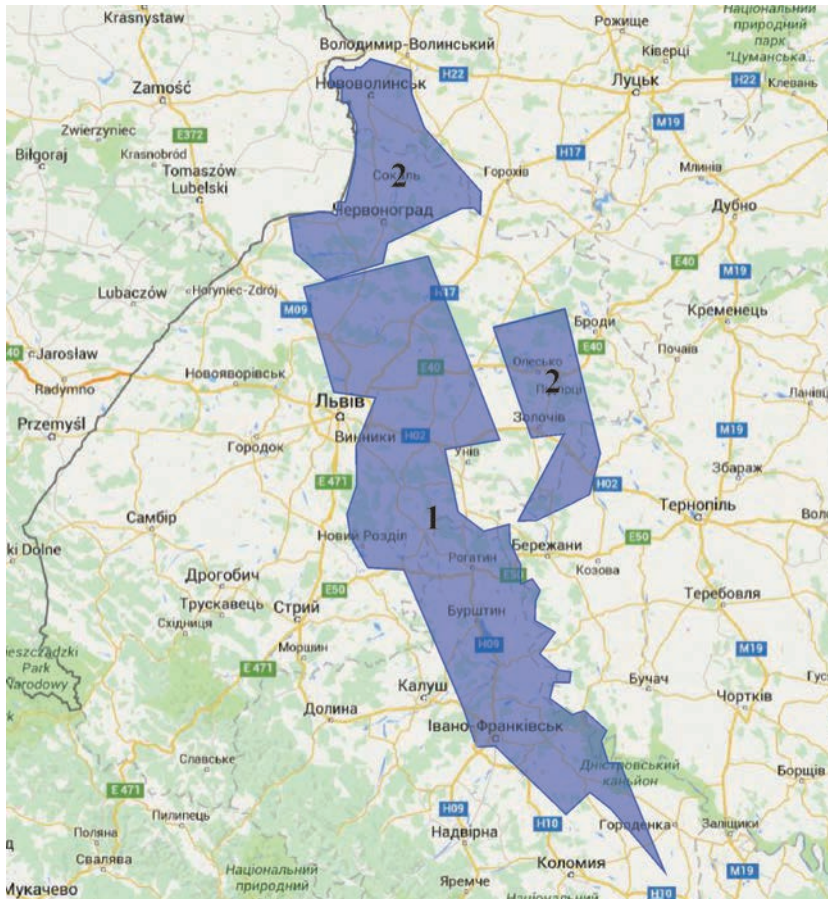


Рис. 5. Перспективні ділянки нетрадиційного газу в межах Західного нафтогазоносного регіону [13]:  
1 – Олеська площа; 2 – ділянки ТОВ “Західгазінвест” (ENI)

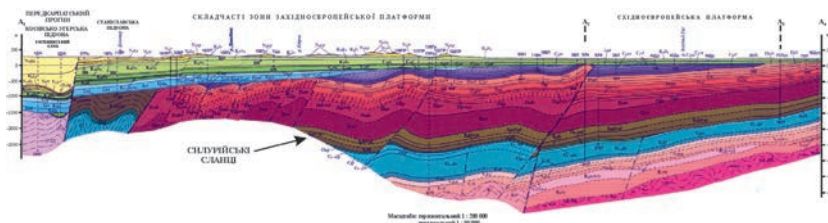


Рис. 6. Регіональний геологічний розріз поблизу Олеської ділянки [14]

вищення ренти в Україні, бойові дії на сході держави, жорсткі екологічні умови) компанії “Шелл” та “Chevron Corporation” згорнули роботи на ділянках Юзівська й Олеська.

В Україні перед розгортанням масштабних робіт із видобутку нетрадиційного газу необхідно провести серйозні наукові й експериментальні дослідження з детального оцінювання його запасів, вивчити всі можливості його видобутку в різних нафтогазових провінціях з урахуванням особливостей регіону.

У найближчі десятиліття видобуток сланцевого газу в Україні істотно не вплине на енергетичний баланс держави, оскільки на сьогодні він має багато недоліків, серед яких висока собівартість видобутку, неможливість транспортування на великі відстані, швидке виснаження родовищ, низький рівень доведених запасів. Видобування традиційного газу з антиклінальних і неантиклінальних пасток залишатиметься дешевшим методом.

Проте, незважаючи на всі ризики, які на сьогодні існують у зв'язку з видобутком нетрадиційного газу, очевидним є факт зменшення світових запасів корисних копалин, тому з часом попит на альтернативні джерела енергії, зокрема й сланцевий газ, зростатиме.

Більшість країн Європи наклали мораторій на видобуток сланцевого газу доти, доки не буде технічно гарантовано відсутність негативних екологічних наслідків для регіонів розробки його родовищ.

Перехід у майбутньому на газову енергетику з використанням сланцевого газу сприятиме частковому вирішенню проблеми викидів парникових

газів, оскільки при згорянні сланцевого газу в атмосферу викидається менше діоксиду сірки й оксиду азоту, ніж при згорянні нафти і вугілля.

Україна має значні прогнозовані ресурси газу в сланцевих товщах та ущільнених колекторах, що визначає доцільність розробки відповідних інвестиційних проектів на вигідних для інвестора умовах. Незважаючи на значно менший масштаб проектів не всі іноземні компанії згорнули свої дослідження, інтерес до сланцевих родовищ України зберігається.

Згідно з геологічними даними за умови відповідних інвестицій наша держава зможе сама задовольнити власні потреби в газі й не бути країною, постійно залежною від його імпорту. Стимулювання розвитку газодобувної галузі є одним із пріоритетних напрямів державної політики.

З огляду на сучасне геополітичне становище України, енергетичну залежність від постачальників газу, а також успішний досвід країн, які розробляють його нетрадиційні поклади, нашій державі важливо розпочати видобуток власного газу нетрадиційних типів. Однак доцільність таких робіт можна з'ясувати тільки після геологічного вивчення перспективних ділянок з урахуванням наявних запасів газу, економічних показників, собівартості видобутку відносно ціни на цей вид сировини та екологічних наслідків такої діяльності.

**Висновки.** Видобування нетрадиційного газу є рентабельним за стабільно високих цін на традиційний газ, оскільки процес його розвідки й видобутку потребує великих капітальних вкладень протягом усього терміну реалізації проекту. Щоб цей видобуток став привабливішим,



необхідно широко розгорнути геолого-газу, узгодити наше законодавство горозвідувальні роботи для відкриття з міжнародними стандартами та й освоєння нових родовищ нафти і вимогами.

### Література

1. Чубик А., Темнюк Т. Енергетична безпека в контексті відносин України з Європейським Союзом / Проект Компас-2020. Україна у міжнародних відносинах. Цілі, інструменти, перспективи. – К., 14 с.
2. <http://novaukraina.org/news/urn:news:BB057C>.
3. Крижанівський Є.І. Науково-організаційні засади нарощування видобутку вітчизняних нафти і газу та диверсифікації постачання енергетичних ресурсів для підвищення енергетичної безпеки України // Наук. вісн. Івано-Франківськ. нац. техн. ун-ту нафти і газу. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2015. – № 2. – 182 с.
4. <http://www.naftogaz.com/>.
5. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє / Автор ідеї С.Г. Плачкова; Вступ. сл. І.В. Плачков. – К.: Б.в., 2013.
6. <http://ugv.com.ua/press/news/53218>
7. Impacts of Shale Gas and Shale Oil Extraction on the Environment and on Human Health: European Parliament, Directorate General for Internal Policy, 2011 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/201203/20120322ATT41624/20120322ATT41624EN.pdf>
8. Karcz Przemyslaw, Janas Marcin, Dyrka Ireneusz. Polskie zloza gazu ziemnego z lupkow na tle wybranych niekonwencjonalnych zloz Europy Srodkowo-Wschodniej // Przegląd Geologiczny – Polish Geological Review. – 2013. – 61, N 7. – P. 411–423.
9. Хомин В.Р., Клюка А.Р., Мончак Л.С. Про перспективи відкриття покладів сланцевого газу на Прикарпатті // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2013. – № 1(46). – С. 13–21.
10. Касянчук С.В., Мельник Л.П., Кондрат О.Р. Особливості розробки покладів нетрадиційного газу // Нафтогазова галузь України. – 2013. – № 2. – С. 38–44.
11. <http://www.shell.ua>
12. Лялько В.І., Азімов О.Т., Яковлев Є.О. Аерокосмічні та гідрогеологічні методи у вирішенні задач екологічної безпеки при видобутку сланцевого газу в Україні // Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України: Матеріали Круглого столу “Методологія оцінювання регіональних екологічних ризиків”. К., 2012.
13. <http://shalegas.in.ua/karta>.
14. Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин України та проблеми надрокористування (20 років ДКЗ) : зб. наук. праць. – Київ – Чернівці: Букрек, 2013. – 308 с.

## **ЕКОНОМІЧНА ТЕОРІЯ ВЛАСНОСТІ НА ЗЕМЛЮ ТА ІНШІ ПРИРОДНІ РЕСУРСИ: ЗАКОН ФОРМУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН**

**Третяк А.М.**

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ  
dei2005@ukr.net

Доведено, що форми прав власності на землю та інші природні ресурси, які привласнюються, повинні відповідати способам присвоєння земельно-екологічних благ, зокрема формам землекористування. *Ключові слова:* власність на землю, права власності, економічні відносини, екологічні відносини, способи присвоєння земельно-екологічних благ, форми землекористування.

**Экономическая теория собственности на землю и другие природные ресурсы: закон формирования экономических отношений.** Третяк А.Н. Обосновано, что формы прав собственности на землю и другие природные ресурсы, которые присваиваются, должны соответствовать способам присвоения земельно-экологических благ, в частности формам землепользования. *Ключевые слова:* собственность на землю, права собственности, экономические отношения, экологические отношения, способы присвоения земельно-экологических благ, формы землепользования.

**Economic theory ownership of land and other natural resources: law of formation of economic relations.** Tretiak A. Proved that the forms of ownership of land and other natural resources that are assigned must comply ways of assigning land and environmental benefits, in particular forms of land use. *Keywords:* land ownership, property rights, economic relations, environmental relations, ways of appropriation of land and environmental benefits, forms of land use.

Основною умовою ефективного розвитку суспільної економіки та економіки землекористування зокрема, є відповідність правових форм власності, а також володіння і користування економічним відносинам приналежності, що склалися. Така вимога відповідає закону формування відносин присвоєння благ, найважливішими із яких є земельні та інші природні ресурси та земельно-екологічні блага незалежно від їх фізичної природи, можливості локалізації і здатності до відчуження. Отже, власник земельної

ділянки не той, хто розпоряджається земельно-екологічними благами, а той, в чий інтересах, для задоволення чийх потреб спрямовуються розпорядження і використання землі та інших природних ресурсів на конкретній земельній ділянці. Переконливим доказом цього є те, що в Україні є власники земельних часток (паїв), які володіють правом власності на земельні ділянки без наявності економічних можливостей його реалізації, що веде до спекулятивного розкрадання і втрати об'єктів власності.

Аналогічна ситуація склалася із землями природно-заповідного фонду, що перебувають у власності української держави та передані у постійне користування юридичним особам. У всіх випадках невідповідність правових форм власності на землю та інші природні ресурси економічним формам їх використання, які визначаються об'єктивними економічними умовами, викликає зниження ефективності суспільної організації використання та охорони цих ресурсів і, в кінцевому рахунку, соціальну напругу та конфлікти. Тому суспільним призначенням юридичних форм власності на землю та інші природні ресурси є правова підтримка, закріплення і державний захист існуючих економічних форм прав власності.

Незважаючи на досить чітке пояснення класиками марксизму причин існування і зміни різних форм власності, що лежать поза вольовими можливостями людей, політики до сьогодні діють так, ніби вони за власною волею можуть запровадити бажану форму власності. На жаль, найбільш яскраво це проявилось в спробі проведення масової приватизації і роздержавлення власності на землю в процесі проведення земельної реформи в Україні. Ця спроба у черговий раз довела, що економічні відносини не залежать від волі і побажань окремих людей, у тому числі і представників державної влади.

**Метою дослідження** є формулювання закону формування економічних відносин прав власності на землю і інші природні ресурси в умовах реформування земельних та екологічних відносин в Україні.

**Виклад основного матеріалу.** Об'єктивною підставою існування

форм власності на вироблені блага, відповідно до класичного марксистського формулювання, є способи їх виробництва. Це – беззаперечна істина, яка до сьогодні ніким не заперечувалася. Плеханов Г.В. на прикладі аналізу общинних відносин, у такий спосіб підтвердив закон зв'язку форм власності на речі зі способами їх створення: «Моментом, що визначає приналежність предмета до власності, є спосіб виробництва. Я відточив своїми руками кремінну сокиру, – я, ми з дружиною і дітьми побудували хатину, – вона належить родині; я полював зі своїми одноплемінниками, – убиті звірі належать нам спільно» [1]. Сучасні етнографи підтверджують дію цього закону: «Вироблене громадою – належить громаді. Вироблене родиною – належить родині і т.д.» [2].

Подібні приклади з очевидністю засвідчують, що між способом організації (формами) землекористування для різних видів виробництва і формою існує тісний зв'язок. За висловленням Плеханова «Таким чином, відносини між людьми у виробництві визначають відносини власності» [1]. Стійка залежність форм власності від способів організації виробництва, а в нашому випадку форм землекористування, класикам марксизму була очевидна, що Енгельс трактував одного зі своїх сучасників про те, що «відносини власності кожної епохи є необхідним результатом властивого цій епосі способу виробництва й обміну» назвав «одним з невігласів століття» [3, с. 273–274]. Нині така характеристика частіше стосується тих теоретиків і політиків, які не розуміють залежності форм власності на землю від способів організації (форм) зем-

лекористування для різних видів виробництва.

У механізмі зв'язку способів організації землекористування і форм власності кожний елемент займає своє визначене місце і, відповідно, відіграє свою роль. Отже, **земля та інші засоби виробництва, робоча сила, технічні і технологічні відносини є визначальними, а організаційні – обумовленою стороною**. При цьому в системі трудових відносин у процесі формування відносин власності на землю та інші природні ресурси найважливішу роль відіграє поділ праці, а в системі земельних та екологічних відносин – поділ на форми земле- і природокористування.

Значення форм, що констатують поділ праці за формами власності, добре розкриті в одній з ранніх спільних праць Маркса і Енгельса – у «Німецькій ідеології». «Різні ступені в розвитку поділу праці є разом з тим і різними формами власності, тобто кожна ступінь поділу праці визначає також і відносини індивідів один до одного відповідно до їх відношення до матеріалу, знарядь і продуктів праці» [4]. Далі: «...поділ праці і приватна власність, це – тожодні вирази: в одному випадку говориться стосовно діяльності того ж самого, що в іншому – стосовно продукту діяльності» [4]. Далі: «...поділ праці вже із самого початку закладає в собі поділ умов праці, знарядь праці і матеріалів, тим самим і роздріблення накопиченого матеріалу між різними власниками, а тим самим і розщеплення між капіталом і працею, а також різні форми самої власності» [1].

Загальна схема зв'язку форм власності з продуктивними силами при опосередкованій ролі форм організації

праці в її класичному вираженні представляється в такий спосіб. «... Праця організується і розподіляється по-різному, залежно від того, якими знаряддями вона володіє» [4]. Тому «усяка нова продуктивна сила спричиняє подальший розвиток поділу праці», а різні форми поділу праці «є також і формами організації праці, а значить і власності» [4]. Через двадцять років у листі Енгельсу Маркс назвав це відкриття «нашою теорією про визначення організації праці засобами виробництва» [5], Інтерпретуючи це на відносини, можна сформулювати **закон формування відносин власності**, сутність якого полягає у відповідності форм власності на вироблені блага організації праці як невід'ємної складової способу їх виробництва.

Зв'язок форм власності і способів виробництва (*організації землекористування*) і обумовленість перших другими завжди була очевидною істиною і для творчо мислячих марксистів. Очевидно, з цієї причини вони ніколи не пропонували змін до зроблених формулювань цього закону, але впевнено керувалися ними як у теорії, так і в політиці. Відомо, наприклад, неодноразово відтворене В.І. Леніним у своїх роботах із виділення п'яти «суспільно-економічних укладів, що є в Росії», патріархального, тобто значною мірою натурального селянського господарства; дрібнотоварного виробництва; приватногосподарського капіталізму; державного капіталізму; соціалізму [6]. Він трактував цю ідею не як теоретик, що піклується про старанність формулювань, а як практик і організатор, котрий думає про висновки, що з цього випливають. А з цього випливало, що соціалістична власність не могла стати переважною

до того часу, поки в економіці домінувало дрібне товарне виробництво. При цьому державний капіталізм був не супротивником, а союзником соціалізму в боротьбі з головним загальним супротивником – дрібним товарним виробництвом. Перехід української економіки на рейки великого індустріального виробництва виявився блискучим практичним підтвердженням залежності форм власності на землю від організації форм землекористування.

Зазначимо, що класики марксизму, досліджуючи специфіку капіталістичного способу виробництва, в основних працях абстрагувалися від некапіталістичних форм присвоєння благ. Разом з тим, вони аналізували і ці форми і зробили висновок про залежність форм власності на блага, що привласнюються некапіталістичними способами, від способів їх присвоєння. Так, К. Маркс відзначав, що військова справа і завоювання в Римі відносилися «до економічних умов самої громади», а отже, війна була способом присвоєння економічних благ протягом усієї докапіталістичної історії [7].

Відомо, що екстенсивне господарство мисливців, рибалок, скотарів і хліборобів навіть в умовах невеликої щільності населення викликало напруженість у територіальних відносинах, вимагаючи періодичного освоєння нових мисливських угідь, родючої землі і водних джерел. У випадках, коли вільних територій не залишалося, проблема вирішувалася вигнанням чи знищенням одного племені іншим, а пізніше – і поневоленням переможених.

Глибоке вивчення історичного матеріалу дозволило К. Марксові зро-

бити висновок, що війна «є тією важливою загальною задачею, тією великою спільною роботою, яка потрібна для того, щоб захопити об'єктивні умови існування, або для того, щоб ці захоплення захистити і увічнити. Ось чому громада складається з низки родин та організована, насамперед, по-воєнному, і як військова організація така організація є однією з умов її існування як власниці» [8]. Отже, відкритий класиками марксизму закон зв'язку способів виробництва з формами власності цілком поширюється і на невиробничі способи присвоєння благ, у тому числі завоювання території чи освоєння природних ресурсів. Війна, коли її метою є присвоєння матеріальних благ (землі, природних ресурсів чи інших об'єктів), виконує таку ж функцію, що і виробництво. Точніше, за певних умов війна стає способом одержання матеріальних благ – способом виробництва. У всякому разі, люди, що жили в таких умовах, були впевнені у продуктивному характері війни, складаючи пісні: «Моє багатство – мій спис, мій меч і щит – охорона мого тіла; ними я орю, ними жну, ними збираю солодкий сік виногради» [9].

Таким чином, існування таких видів присвоєння виробничих ресурсів та інших матеріальних благ, які не прийнято називати виробництвом, дозволяє трансформувати формулювання класичного закону формування відносин власності стосовно усіх видів діяльності у **закон відповідності форм власності на землю та інші природні ресурси, які привласнюються, способам їх присвоєння**. Із викладеного випливає **сутність закону формування економічних відносин прав власності**

*на землю та інші природні ресурси, яка полягає у відповідності форм власності на землю та інші природні ресурси методам організації використання земель та інших природних ресурсів (формам земле- та природокористування).*

Однією з найбільш небезпечних помилок у процесі земельної реформи є невиконання вимог цього закону. Адже будь-які економічні відносини прав власності на землю та інші природні ресурси визначаються відповідними економічними діями і складаються незалежно від того, чи розуміють люди суть цих відносин. Що стосується відповідності правових форм економічним відносинам прав власності на землю та інші природні ресурси, то вони відображають свідоме опрацювання правил здійснення економічних дій. Можливість реалізації цих правил залежить не стільки від намірів людей їх дотримуватися, скільки від об'єктивних економічних і соціальних умов, що визначають життєво важливі інтереси і мотиви поведінки учасників діяльності.

Одночасно, складність полягає в тому, що власність на природні ресурси як економічні відносини власності на землю та інші природні ресурси часто навіть у думках важко відокремити від її правової форми чи механізму її реалізації. Це дійсно так, але в цьому немає нічого особливого. Якщо спробувати відокремити товар як економічні відносини від договору купівлі-продажу чи ціну від угоди про ціну між продавцем і покупцем, то можна помітити, що це також дуже важко зробити.

Власне, будь-яка спільна діяльність, а отже, і будь-які суспільні відносини можуть здійснюватися

тільки у формі договору між людьми, формального чи за мовчазною згодою. Багато відносин, у тому числі й власність на землю та інші природні ресурси, крім договірної форми, набувають також правової форми, тобто санкціонованої суспільною владою і підтримувану силоміць цією владою. Обумовлено це тим, що людьми, вільними у своєму виборі, договори легко порушуються, що загрожує стабільності суспільної організації, а отже, й існуванню суспільства. Вираженнями правових економічних відносин є цілі галузі господарського, трудового, фінансового, земельного, природоохоронного та іншого видів права.

Специфіка власності на землю та інші природні ресурси порівняно з іншими економічними відносинами полягає в тому, що вона зачіпає насущні, часто воістину доленосні інтереси людей. Тому економічні відносини прав власності на землю та інші природні ресурси, що виражаються у фактичному, але часто незаконному, тобто не оформленому юридично, використанні земельних та екологічних благ, ретельно ховаються й прийняття до незаконних власників правових санкцій у свідомості суспільства немов не існують. Проте залишаються реально існуючі правові відносини власності на землю та інші природні ресурси.

Як приклад, існування власності без відповідних економічних відносин можна вказати на факт проголошення більшовиками в 1917 р. соціалістичної власності, для економічної реалізації якої їм треба було близько двадцяти років напруженої державної організаційної діяльності, що супроводжувалася різними формами насильства. Інший приклад: проголо-

шене сучасним українським земельним законодавством і навіть юридично оформлене право спільної приватної власності на землю, чи природоохоронним законодавством – право власності на природні ресурси. Доказом того, що в більшості випадків за цим правом не стоять економічні відносини власності на землю, є нездатність функціонування цілісного землекористування багатьох сільськогосподарських підприємств, які були створені на базі колективної форми господарювання після ліквідації колективної форми власності на землю.

Отже, постає питання, що ж собою являють **економічні відносини прав власності на землю та інші природні ресурси**, на відміну від власності на землю чи природні ресурси? Їх часто визначають як фактичне розпорядження земельними чи екологічними благами та їх використання. Але таке розуміння економічних відносин власності на землю є неповним. Економічні відносини прав власності на землю – це фактичне розпорядження видами прав на земельні ділянки і використання їх як благ в інтересах визначеного суб'єкта [9]. Власник земельної ділянки не той, хто розпоряджається отриманими від неї благами, а той, у чий інтерес, для задоволення чийх потреб здійснюється розпорядження і використання земельних благ.

У такому розумінні економічні відносини прав власності на землю та інші природні ресурси за часи земельної реформи в Україні так і не вдалося закріпити юридично. А існування економічних відносин прав власності, як відзначалось автором ще в 2001 році [10, 11], не закріплених правом, пов'язане з великими організаційними труд-

нощами і тому малоефективне, хоча й можливе. Переконливим доказом цього є поява та існування в Україні різних нелегальних і напівлегальних форм господарської діяльності на землі і зокрема, землекористування так названих «агрохолдингів» чи забудова прибережних смуг. Існування ж прав власності без наявності економічних можливостей їх реалізації однозначно веде до розкрадання, пограбування чи інших руйнувань і втрати земельних ділянок та наявних на них інших природних ресурсів як об'єктів власності, про що яскраво свідчить український досвід. Зокрема, щодо часто необґрунтованого роздержавлення власності на землю і тісно пов'язаних із нею природних ресурсів державних підприємств. В усіх випадках невідповідність правових форм власності економічним формам, що визначаються об'єктивними економічними умовами, викликає зниження ефективності суспільного виробництва та у кінцевому рахунку – соціальну напруженість і конфлікти. Тому суспільним призначенням юридичних форм власності є правова підтримка, закріплення і державний захист існуючих економічних форм прав власності на землю. На жаль, в Україні такий правовий інститут поки що не реалізований.

Отже, основною умовою ефективного розвитку економіки землі та природокористування, особливо у сільському господарстві та установах природно-заповідного фонду, є відповідність правових форм прав власності на землю та інші природні ресурси і, зокрема, володіння та користування, економічним відносинам власності на землю та інші природні ресурси, що склалися. Це дозволяє трансформувати формулювання класичного закону

формування відносин власності стосовно всіх видів присвоюючої діяльності в закон відповідності прав власності на присвоюючі земельні та екологічні блага способом їх присвоєння або відповідно – закон відповідності правових відносин власності на землю та інші природні ресурси – економічним.

**Висновки.** Основною умовою ефективного розвитку економіки земле- та природокористування, особливо у сільськогосподарській і природоохоронній галузі, є закон відповід-

ності правових форм прав власності на землю та інші природні ресурси і, зокрема, володіння та користування – економічним відносинам власності на землю та інші природні ресурси, які склалися в українському суспільстві на даний період часу. Сам закон можна сформулювати так: *форми прав власності на землю та інші природні ресурси, які привласнюється, повинні відповідати способам присвоєння земельно-екологічних благ (формам землекористування).*

#### Література

1. Плеханов Г.В. Материалистическое понимание истории // Избранные философские произведения: В 5-ти т. Т. 2. – М.: Госполитиздат. 1956.
2. Бутинов Н.А. Папуасы Новой Гвинеи. М.: Наука, 1968.
3. Энгельс Ф. Коммунисты и Карл Гейнцен // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения: 2-е изд. Т. 4. – 1955.
4. Маркс К, Энгельс Ф. Немецкая идеология // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения: 2-е изд. Т. 3. – 544 с.
5. Маркс К. Письмо Энгельсу 7 июля 1866 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения: 2-е изд. Т. 31. – 1963.
6. Ленин В.И. Грозная катастрофа и как с ней бороться // Полн.собр.соч. Т. 34.
7. Волков В. Политэкономика насилия, экономический рост и консолидация государства // Вопросы экономики. – 1999. № 10. – С. 44–59.
8. Маркс К. Формы, предшествующие капиталистическому производству // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения: 2-е изд. Т. 46. Ч. 1. – 1968.
9. Ленин В.И. Империализм как высшая стадия капитализма // Полн. собр. соч. Т. 27.
10. Третяк А.М. Історія земельних відносин і землеустрою в Україні. – К.: Навч. посібник, Аграрна наука. 2001. – 148 с.
11. Третяк А.М. Закон формування економічних відносин власності на землю. // Землевпорядний вісник. – 2008, № 5. – С. 24–27.



---

---

# ТЕОРЕТИЧНА ЕКОЛОГІЯ

---

---

УДК 504:620: 681.5.01

## ФУНКЦІОНАЛЬНА СТІЙКІСТЬ СКЛАДНИХ ЕКОЛОГІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Машков О.А.<sup>1</sup>, Аль-Тамими Р.К.Н.<sup>1</sup>, Лами Д.Д.Х.<sup>1</sup>, Косенко В.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ  
dei2005@ukr.net;

<sup>2</sup>Національний транспортний університет  
вул. Суворова, 1, 01010, м. Київ  
kosenko\_viktoriy@mail.ru

Досліджено функціонально стійкі екологічно складні системи й математичну формалізацію властивості їх функціональної стійкості. Описано перспективні напрями забезпечення екологічної безпеки техногенних систем. *Ключові слова:* екологічна безпека, техногенна система, функціональна стійкість.

**Функциональная стойкость сложных экологическо опасных динамических объектов.** Машков О.А., Аль-Тамими Р.К.Н., Лами Д.Д.Х., Косенко В.Р. Исследованы функционально устойчивые сложные экологические системы и математическая формализация свойства их функциональной устойчивости. Описаны перспективные направления обеспечения экологической безопасности техногенных систем. *Ключевые слова:* экологическая безопасность, техногенная система, функциональная устойчивость.

**Functional stability of complex ecologically hazardous dynamic objects.** Mashkov O., Al-tameemi R.K.N., Lami D.J.H., Kosenko V. Functionally stable complex ecological systems and mathematical formalization of the properties of their functional stability are investigated. Perspective directions of maintenance of ecological safety of technogenic systems are described. *Keywords:* environmental security, technical system, functional stability.

Концептуальні засади екологічної політики нашої держави сформульовані у Постанові Верховної Ради України від 5 березня 1998 р. “Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки”. Створення системи екологічно збалансованого управління розвитком суспільства спрямовано на відновлення природних

властивостей довкілля, раціональне використання природних ресурсів та ефективний розвиток продуктивних сил країни.

Це потребує системного підходу до теоретичного (математичного) забезпечення екологічної безпеки та створення дієвих соціально-економічних екологічних моделей прогнозування розвитку регіонів. Системний характер вирішення проблем екології умов-

лює необхідність їх органічної кореляції з дією політичних, соціальних та економічних чинників. Це економічні механізми екологічної безпеки; державна система управління екологічною безпекою; нові технології екологічно безпечного розвитку промисловості, енергетики і транспорту; нормативно-правова діяльність у сфері екологічної безпеки; діяльність громадських організацій.

На сьогодні, на жаль, відсутні математичні описи визначених факторів, методики їх кількісного виміру через математичні рівняння.

Автори вперше пропонують застосувати теорію функціональної стійкості складних систем для опису та аналізу екологічно безпечних технологічних систем.

Існуючі численні публікації щодо функціонально стійких систем управління [1-17] зумовлюють необхідність поглибленого аналізу одержаних результатів для їх використання у розробці екологічно безпечних систем.

Екологічно безпечні системи мають забезпечувати дотримання вимог щодо збереження безпечних (комфортних для людини і навколишнього середовища) екологічних стандартів, нормативів, показників після виникнення екологічних аварій (катастроф), можливо з погіршеними характеристиками. Відомі часткові вирішення цієї проблеми: використання резервних інформаційно-вимірювальних систем, толерантних обчислювальних систем, адаптивних систем прийняття та реалізації управлінських рішень.

**Постановка завдання.** Екологічні системи управління мають відповідати конкретним вимогам:

- надійність об'єкта, його здатність зберігати в часі і у встановлених

межах значення ознак та параметрів і спроможність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах;

- стійкість об'єкта або збереження його робочого стану при впливі вражаючих засобів і непередбачених умов експлуатації;

- безпека об'єкта, що полягає в здатності упередити такі зміни своїх станів і властивостей, які були б небезпечні для людей і навколишнього середовища.

Сьогодні важливо для екологічних систем правильно діагностувати події і розуміти логіку їх розвитку у часі. Це дозволяє завчасно вжити відповідні заходи та розробити алгоритм протиаварійного і відновлюючого управління (дії). Під протиаварійним управлінням будемо розуміти управління, мета якого полягає в запобіганні розвитку аварійних подій, що виникають у складній системі управління. Відновлююче управління – це управління, мета якого полягає в поверненні до стану справності, працездатності або правильності функціонування складної системи управління.

Функціональна стійкість екологічної системи розглядається як властивість, що полягає у здатності задовільняти встановлені, хоча б мінімально, екологічно безпечні вимоги (функції) при внутрішніх пошкодженнях і (або) зовнішніх збуреннях. Реалізація функціональної стійкості екологічних систем може бути досягнута (за аналогією до динамічних систем) введенням в систему управління різних форм надмірності (структурної, функціональної, інформаційної тощо) і підготовленістю оператора до управління об'єктом управління при виникненні відмов і несправностей. Важливо своєчасно виявити початок

зародження екологічної аварії (катастрофи) і запобігти неминучість її розвитку в просторі і в часі.

До причини виникнення позаштатних (аварійних) ситуацій в екологічно небезпечних техногенних об'єктах віднесено порушення:

- в роботі інформаційних систем техногенно небезпечного об'єкта, які викликані різними відмовами, зокрема, інформаційних датчиків або перешкодами в лініях зв'язку;

- що виникають в процесі реалізації самих алгоритмів керування технологічними процесами, коли при роботі обчислювальних пристроїв відбуваються збої в процесорі або елементах (сегментах) запам'ятовуючого пристрою чи людина-оператор робить помилки в управлінні, які пов'язані з людським фактором;

- якщо в процесі реалізації управлінських рішень пошкоджуються виконавчі пристрої чи помилково або несвоєчасно впроваджуються управлінські рішення.

Якщо заздалегідь не передбачити можливість виникнення нештатних (аварійних) ситуацій, на техногенно небезпечному об'єкті управління може статися реальна екологічна аварія та катастрофа. Тому актуальним завданням для забезпечення екологічної безпеки на складних техногенних об'єктах є синтез управлінських рішень в умовах виникнення нештатних (аварійних) ситуацій.

#### **Особливості забезпечення функціональної стійкості техногенно небезпечних екологічних систем**

Уперше поняття «функціональна стійкість» і «принципові засади забезпечення функціональної стійко-

сті» були наведені в публікаціях по управлінню складними автономними об'єктами [1-4]. Під функціональною стійкістю системи розуміють її властивість зберігати здатність виконувати свої функції, задачі, цілі. Ці функції визначаються нормативними вимогами. При цьому враховується, що на систему впливають зовнішні збурення, при функціонуванні системи можуть виникати різні відмови, несправності, збої.

Встановлено, що принциповою умовою забезпечення функціональної стійкості системи є можливість перерозподілу ресурсів управління.

У традиційних системах керування динамічними об'єктами (рис. 1) передбачено відповідні канали управління (у складі датчиків, обчислювачів та виконавчих механізмів).

Технологічною основою забезпечення функціональної стійкості системи є комплексування їх ресурсів і можливість їх перерозподілу [5]. При цьому інформаційно-вимірвальна підсистема буде об'єднувати всі джерела інформації, обчислювальна підсистема – всі комп'ютери, а енергетична підсистема – всі виконавчі механізми і джерела енергії (рис. 2).

Математична формалізація властивості функціональної стійкості техногенно небезпечних екологічних систем

У системі (рис. 2) об'єкт керування описується рівнянням у відхиленнях від нормального (безпечного) режиму функціонування:

$$\dot{X}(t) = \cdot F(X(t), U(t), \delta(t), \xi(t), \gamma(t)); \quad (1)$$

інформаційно-вимірвальна підсистема – рівнянням спостережень:

$$Y(t) = f(X(t), \eta(t), \gamma(t)), \quad (2)$$



Рис. 1. Структура традиційних систем автоматичного управління



Рис. 2. Структура бортового інформаційно-керуючого комплексу

де  $X(t)$  -  $n$  - мірний вектор стану системи;  $U(t)$  -  $m$  - мірний вектор управління;  $Y(t)$  -  $l$  - мірний вектор вимірювань;  $\gamma(t)$  -  $n$  - мірний випадковий вектор, значення якого кількісно характеризує дію відмови на систему;  $\gamma_0(t)$  - значення вектора  $\gamma(t)$  при нормальному режимі функціонування;  $\gamma_i(t)$  - відповідне  $i$ -тій відмови;  $\xi(t)$  - випадковий вектор гауссівських збурень стану системи з нульовим вектором середніх та кореляційною матрицею

$$\xi(t) \in \Omega_\xi : M[\xi(t)] = 0;$$

$$M[\xi(t) \cdot \xi^T(t')] = Q(t) \cdot (t - t'). \quad (3)$$

$$\eta(t) \in \Omega_\eta : M[\eta(t)] = 0;$$

$$M[\eta(t) \cdot \eta^T(t')] = R(t) \cdot (t - t'), \quad (4)$$

де  $\eta(t)$  - випадковий  $l$ -мірний вектор гауссівських завад вимірювань з нульовим вектором середніх і кореляційною матрицею.

Обчислювальна та енергетична підсистеми представляються рівняннями:

$$U(t) = u(Y, t), \quad (5)$$

$$\delta(t) = B(t)U(t) + \gamma(t), \quad (6)$$

де  $B(t)$ -перехідна матриця управління розміром  $n \times m$ .

Мета управління полягає у зведенні до нуля координат вектора стану системи (в нашому випадку розглядаються лінеаризовані рівняння системи).

Критерій якості управління має вигляд:

$$I(X(t), U(t) / \gamma(t)) = M \left( \int_{t_0}^{t_k} X^T(t) \cdot \beta \cdot X(t) dt + \int_{t_0}^{t_k} U^T(t) \cdot C^{-1} \cdot U(t) dt \right). \quad (7)$$

Управління  $U^*(t)$ , яке забезпечує мінімум математичного очікування квадратичного критерію якості (7) для обраної моделі відмов  $\gamma(t) \in \Omega_\gamma$  з урахуванням обмежень на область припустимих станів  $X(t) \in \Omega_X$  та керувань  $U(t) \in \Omega_U$ , буде функціонально стійким при виконанні умов:

$$\left| I(X(t_0), U(t_0) / H_0(t_0)) - I(X(t_0), U(t_0) / H_i(t_0)) \right| < \varepsilon, \quad (8)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left| I(X(t), U(t) / H_0(t)) - I(X(t), U(t) / H_i(t)) \right| < \delta(\varepsilon). \quad (9)$$

Математичні умови (8) і (9) визначають математичну формалізацію властивості функціональної стійкості системи управління (1-6). Якщо в початковий момент часу відмова (пошкодження) призводить до погіршення якості функціонування системи управління  $I(X, U)$  на величину  $\mu$ , то функціонально стійке управління через деякий час відновить якість функціонування системи (величина погіршення якості функціонування не перевищить значення  $\delta < \varepsilon$ ). На рис. 3. представлено графічну інтерпретацію властивостей динамічної та функціональної стійкості системи управління.

Отже, функціональну стійкість можна розглядати у вигляді стійкості математичного функціоналу якості системи. Такий підхід принципово відрізняється від властивості стійкості динамічної стійкості системи (стійкості фазових координат об'єкта управління).

Забезпечення функціональної стійкості техногенно небезпечних екологічних систем передбачає інші підходи порівняно з класичною теорією автоматичного регулювання [6-8]. У класичній теорії управління

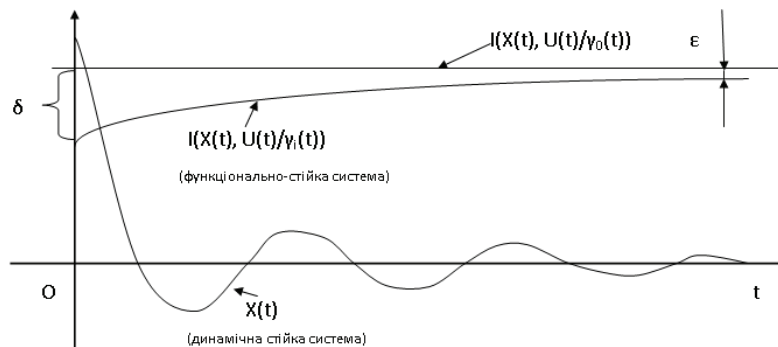


Рис. 3. Графічна інтерпретація властивостей динамічної та функціональної стійкості системи управління

вирішується завдання оптимізації «в малому». При цьому управління визначається за умови оптимізації перехідних процесів за обраними критеріями.

Завдання забезпечення функціональної стійкості техногенно небезпечних екологічних систем, при виникненні позаштатних аварійних ситуацій (відмов) у системі, може бути зведено до задачі адаптивного управління «у великому». Рішення цієї задачі передбачає в системі управління перерозподіл ресурсів (інформаційних, обчислювальних, енергетичних). Це дозволить забезпечити екологічну безпеку.

У роботах [9-12] показано взаємозв'язок понять: «функціональна стійкість», «надійність», «живучість», «відмовостійкість». Визначено, що традиційні методи підвищення надійності, живучості і стійкості до відмов технічних систем спрямовані на зменшення кількості можливих відмов і порушень. Методи забезпечення функціональної стійкості спрямовані на забезпечення виконання найбільш важливих завдань системою управління в разі, коли порушення в системі управління вже відбулися. В основі методів синтезу функціонально стійкого управління лежить принцип поділу, який передбачає послідовне виконання двох процедур: спостереження (оцінювання) і управління.

Особливість методів синтезу функціонально стійких техногенно небезпечних екологічних систем полягає в тому, що вони не передбачають необхідності виявлення причин відмов або пошкоджень [13-14]. Для формування спеціального відновлюючого управління важлива не причина, а наслідок прояву відмови або пошко-

дження в системі управління, порушення (погіршення) екологічних показників.

Технологія забезпечення функціональної стійкості техногенно небезпечних екологічних систем полягає в послідовному виконанні таких процедур.

- організація контролю стану техногенно небезпечної екологічної системи і виявлення чинника порушення (погіршення) екологічних показників;
- ідентифікація відмови або виявлення пошкодженої частини техногенно небезпечної екологічної системи (підсистема, комплекс, вузол, елемент);
- відключення ідентифікованого пошкодженого елемента від загальної системи управління;
- перерозподіл ресурсів системи управління (інформаційні, обчислювальні, енергетичні) щоб система зберегла здатність виконувати задані функції.

Час перехідного процесу у функціонально стійкій системі розглядається як часовий інтервал від початку виявлення відмови до закінчення процедури перерозподілу ресурсів складної системи.

За аналогією з критеріями динамічної стійкості (наприклад, критерії Вишнеградського, Гурвіца, Найквіста, Михайлова, Ляпунова) пропонуються критерії функціональної стійкості. Так, для складних техногенно небезпечних екологічних систем не завжди можливо зробити опис системи у вигляді диференціальних рівнянь. Але одночасно виявляється можливим встановити причинно-наслідкові функціональні зв'язки елементів і підсистем. У цьому випадку доцільно застосовувати математичний апарат теорії графів.

Розглядається граф  $\Gamma = \{S, J\}$ , де  $S$  - множина вершин графа  $S = \{x_i, y_j, u_k\}$ ,  $i = [1, \dots, n]$ ,  $j = [1, \dots, l]$ ,  $k = [1, \dots, m]$ , відповідних компонентів векторів  $X, Y, U$ ;  $J$  - множина дуг графа, відповідних наявності функціонального зв'язку між компонентами  $J = \{(X_i, Y_j), (Y_j, U_k), (U_k, X_i)\}$ .

Оскільки ці відмови відповідають зміні функціонального зв'язку між компонентами векторів  $X, Y, U$ , то динамічна система може бути функціонально стійкою, якщо при відмові існує шлях  $A = (X_i, \dots, U_k)$ , що включає всі компоненти векторів  $X$  і  $U$ .

Для розподілених інформаційно-керуючих систем, які можуть бути представлені у вигляді неорієнтованого графа  $G(V, E)$ ,  $v_i \in V$ ,  $e_{ij} \in E$ ,  $i, j = 1, \dots, n$ , із суміжною матрицею

$$A = \| a_{ij} \|, \quad i, j = 1 \dots n,$$

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{при } e_{ij} \in E; \\ 0, & \text{при } e_{ij} \notin E; \end{cases} \quad (10)$$

де множина вершин  $V$  відповідає множині вузлів комутації розмірності  $n$ , а множина ребер  $E$  - множині ліній зв'язку між вузлами комутації, був запропонований інший критерій. Система буде функціонально стійкою, якщо між будь-якою парою вузлів комутації знайдеться хоча б один маршрут передачі інформації.

Особливість цього критерію полягає в тому, що з'являється можливість кількісно оцінити функціональну стійкість складної системи на підставі простих зовнішніх ознак.

### Алгоритм виявлення та усунення можливих наслідків відмов у функціонально стійкій техногенно небезпечній екологічній системі

Для виявлення і усунення можливих наслідків відмов у системі формуються образи-еталони наслідків нештатних ситуацій, які викликані відмовами в системі управління. Образи-еталони зберігаються в пам'яті обчислювальних ресурсів (рис. 4) і порівнюються з образами реального (поточного) стану. За результатами порівняння образів робиться висновок про якість функціонування системи. Для кожного випадку відмови формується відповідне управління з метою запо-

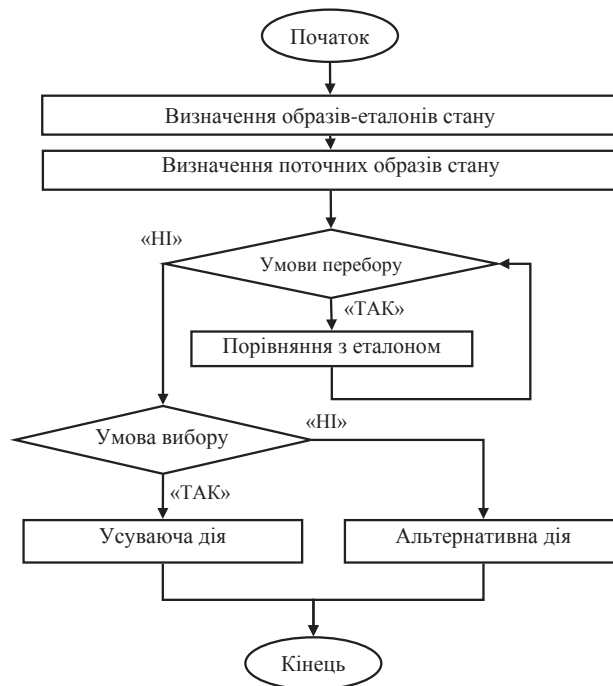


Рис. 4. Алгоритм виявлення та усунення можливих наслідків відмов функціонально стійкого інформаційно-керуючого комплексу

бігання негативних наслідків цієї відмови.

Особливість запропонованого алгоритму полягає в тому, що загальна задача синтезу функціонально стійкої системи поділяється на окремі задачі: синтез алгоритму виявлення відмов і синтез алгоритму усунення можливих наслідків відмов.

### **Області використання функціонально стійких техногенно небезпечних екологічних систем**

Спочатку методи забезпечення функціональної стійкості застосовувалися для вдосконалення технічних можливостей складних технічних систем, які працюють в екстремальних умовах (наприклад, авіаційно-космічні системи). Подальший розвиток інформаційних технологій призвів до появи нових складних систем. З'явилася можливість забезпечити нормальне функціонування систем в умовах малоймовірних нештатних, аварійних ситуацій, які мають дуже серйозні наслідки. Прикладом таких систем є енергетичні системи, хімічні і нафтохімічні комплекси. Компоненти таких систем можуть бути розсосереджені на деякій території, включати різні засоби автоматизованої обробки інформації та управління. На розподілені інформаційно-керуючі системи негативно впливають внутрішні та зовнішні чинники. Внутрішні чинники це відмови, збої, помилки користувачів, корпоративних абонентів. Зовнішні фактори – несприятливі дії зовнішнього середовища.

У роботах [8, 11] визначено, що методи забезпечення спостережності, керованості та ідентифікації динамічних об'єктів не застосовні для тери-

торіально розподілених інформаційно-керуючих систем. Тому необхідні дослідження щодо визначення критеріїв, показників, ознак функціональної стійкості техногенно небезпечних екологічних систем.

Проблеми забезпечення функціональної стійкості сьогодні важливі для систем моніторингу техногенно небезпечних об'єктів з використанням геоінформаційних та аерокосмічних технологій. Введення надмірності (дублювання елементів) у систему призводить до збільшення вартості системи. При цьому не гарантується поліпшення якості функціонування системи. Питанням синтезу оптимальної структури надмірності функціонально стійких систем екологічного моніторингу присвячені роботи [16-17].

Новим перспективним напрямом досліджень є забезпечення функціональної стійкості транспортних засобів (трубопровідних, наземних, повітряних). Завдання досліджень – забезпечити їх нормальне функціонування при можливих відмовах обладнання, каналів зв'язку, а також несанкціонованого втручання. Це дозволить істотно підвищити безпеку застосування транспортних засобів.

Також перспективним напрямком досліджень є забезпечення функціональної стійкості ергатичних (людино-машинних) систем. У цих системах керуючим елементом є людина-оператор. Завдання забезпечення функціональної стійкості ергатичних систем може бути зведено до таких процедур: формалізація та опис дій людини-оператора в замкнутому контурі управління; розподіл функцій між людиною-оператором і апаратно-програмними засобами.



### Висновки

Теорія функціонально стійких техногенно небезпечних екологічних систем є результатом системного підходу до вирішення проблеми підвищення екологічної безпеки. При цьому функціональна стійкість є новою властивістю, принципово відмінною від надійності, стійкості, відмовостійкості та динамічної стійкості.

Методи забезпечення функціональної стійкості спрямовані на більш

повне використання технічних ресурсів техногенно небезпечних екологічних систем. При цьому програмним і апаратним засобам відводиться не пасивна роль виконання жорсткої програми, а активний перерозподіл ресурсів для досягнення поставлених цілей функціонування.

Завдання забезпечення функціональної стійкості техногенно небезпечних екологічних систем можна розглядати як одну з актуальних наукових завдань екологічної безпеки.

### Література

1. Машков О.А. О функциональной устойчивости бортовых информационно-управляющих комплексов // Вопросы повышения эффективности и качества систем управления полетом и навигации воздушных судов. – К.: КИИГА, 1990. – С. 79-83.
2. Машков О.А. Концепции построения функционально-устойчивых информационно-управляющих комплексов // Тез. докл. 6-й Всесоюзной конференции. – К.: АН УССР, 1991. – Ч. II. – С. 50-51.
3. Машков О.А., Косіков В.В. П'янов О.О. Матеріали патентних досліджень в області створення функціонально-стійких бортових інформаційно-керуючих комплексів / Зб. наук. праць КІВПС, 2000. – №10. – С. 83-92.
4. Машков О.А. Принципы построения функционально устойчивых бортовых информационно-управляющих комплексов // Тез. докл. межвед. научно-технической конференции "Проблемы управления и навигации авиационно-космических систем". – К.: КВВАИУ, 1991. – С. 63-65.
5. Машков О.А. Понятие функциональной устойчивости бортового информационно-управляющего комплекса // Оборудование летательных аппаратов. – К.: КИВВС, 1993. – Ч. III. – С. 25-29.
6. Машков О.А., Барабаш О.В. Проблеми моделювання функціонально-стійких складних інформаційних систем // Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, 2002, с. 137-142.
7. Машков О.А., Барабаш О.В. Понятійний апарат функціональної стійкості розподілених інформаційних систем // Збірник наукових праць Наукового Центру Повітряних Сил ЗСУ. К.: НЦ ПС ЗСУ, 2004. – № 7. – С. 20-26.
8. Машков О.А., Дурняк Б.В., Обідін Д.М. Забезпечення функціональної стійкості складних технічних систем // Моделювання та інформаційні технології /Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці, вип. 64, Київ, 2012, с. 36-41.
9. Машков О.А., Косенко В.Р. Розробка алгоритмів синтезу оновлюючого керування для інформаційно-керуючих комплексів рухомих об'єктів / Моделювання та інформаційні технології / Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці, вип. 62, Київ, 2011, с. 208-225.
10. Машков О.А., Косенко В.Р. Задача синтезу оновлюючого керування при побудові функціонально-стійких бортових інформаційно-керуючих комплексів / Моделювання та інформаційні технології // Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці, вип. 61, Київ, 2011, с. 202-229.

11. Машков О.А., Косенко В.Р. Синтез функціонально-стійкої системи керування рухомим об'єктом із заданими динамічними властивостями // Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України, вип. 60, Київ, 2011, с. 186-214.
12. Машков О.А., Дурняк Б.В., Сабат В.І., Тупкало В.М., Тупкало С.В. Понятійний апарат теорії процесного управління / Моделювання та інформаційні технології // Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці, вип. 70, Київ, 2013, с. 146-153.
13. Mashkov V.F., Mashkov O.A. Problems of diagnosability with sensor networks when dealing with environment monitoring / Науково-технічний журнал «Інформаційні процеси, технології та системи на транспорті», НТУ, Київ, № 1, 2014, с. 182-191.
14. Mashkov V.F., Mashkov O.A. Problems of organization of test performance in sensor networks applied for environment monitoring / Науково-технічний журнал «Інформаційні процеси, технології та системи на транспорті», НТУ, Київ, № 2, 2014, с. 170-179.
15. Mashkov V.F., Mashkov O.A. Diagnosis of sensor networks applied for environment monitoring / Науково-практичний журнал «Екологічні науки», № 1/2015(7), К., ДЕА, 2015, с. 38-54-20.
16. Бондар О.І., Машков О.А. Інформаційні технології оцінювання впливу техногенних катастроф та діяльності екологічно небезпечних підприємств з використанням даних аерокосмічного моніторингу / Проблеми інформатизації: Матеріали третьої міжнародної науково-технічної конференції. – Київ: ДУТ; Полтава ПНТУ; Катівіце КЕУ; Париж: Університет VII Венсент-Сен-Дені; Орел: ОДУННВК; Харків: ХНДІТМ, 2014, с. 71.
17. Машков О.А., Косенко В.Р. Проблеми побудови функціонально-стійких комплексів екологічного моніторингу з використанням псевдосупутникових технологій / Проблеми інформатизації: Матеріали третьої міжнародної науково-технічної конференції. – Київ: ДУТ; Полтава ПНТУ; Катівіце КЕУ; Париж: Університет VII Венсент-Сен-Дені; Орел: ОДУННВК; Харків: ХНДІТМ, 2014, с. 71.

## АНТРОПОГЕННА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЛАНДШАФТІВ

Пласкальний В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
пр. Глушкова 2а, 03187, м. Київ  
Plaskalnyy@i.ua

Розглянуто сучасні підходи до визначення антропогенної трансформації ландшафтів на досвіді іноземних країн, концепцію гемеробності та поняття ентропії ландшафтів. Окреслено важливість застосування сучасних геоінформаційних технологій для оцінювання стану геосистем. *Ключові слова:* стійкість, геосистема, антропогенне навантаження, гемеробність, землекористування.

**Антропогенная трансформация ландшафтов.** Пласскальный В.В. Рассмотрены современные подходы к определению антропогенной трансформации ландшафтов на опыте зарубежных стран, концепция гемеробности и понятие энтропии ландшафтов. Отмечена важность применения современных геоинформационных технологий для оценки состояния геосистем. *Ключевые слова:* устойчивость, геосистема, антропогенная нагрузка, гемеробность, землепользования.

**Anthropogenic transformation of landscapes.** Plaskalnyy V. Reviews current approaches to determine the level of anthropogenic transformation of landscapes from the experience of foreign countries. The hemeroby concept and the concept of landscapes entropy were revealed and the importance of modern GIS technology for evaluation of geosystems was outlined. *Keywords:* stability, geosystem, anthropogenic loading, heme-work, land use.

Наслідки землекористування нині досліджуються як проблема глобального рівня – через інтенсивне скорочення лісового покриву, збільшення площі орних угідь, розорювання земель, виснажливе використання водних та земельних ресурсів для забезпечення постійно зростаючого числа населення Землі природними ресурсами, енергією і продуктами харчування.

Нераціональне природокористування спричиняє зміни функцій екосистем, суттєві втрати біорізноманіття, що порушує стійкість геосистем та їхню здатність до саморегуляції. Одночасно ж зміни у землекористу-

ванні та регіональних кліматичних умовах порушують водний та енергетичний баланси, а отже і гідрологічний кругообіг. Крім забруднення природних компонентів, відбуваються і непередбачувані зміни у середовищі існування видів живої природи.

Тому наразі важливим постає впровадження стратегій відновлення екосистемних послуг, екологізація всіх сфер господарства, підвищення стійкості ландшафтів до антропогенного навантаження.

Зміни в землекористуванні є постійними і різномасштабними, мають специфічний та кумулятивний вплив на якість повітря і води, басей-

нове функціонування, утворення побутового та промислового сміття, розміри осередків існування дикої природи, клімат та здоров'я людини.

Подія виходу ландшафту за межі нормальних або допустимих станів називається відмовою, функціональні порушення (функціональна відмова) нормальних станів (структурні зміни) – природно-ландшафтною відмовою.

Одна відмова сприяє виникненню наступної і поступово може сформуватися ланцюг відмов, спричинений антропогенним навантаженням або збуренням в ландшафті, коли ландшафт втрачає стійкість. Тому важливим є постійний аналіз сили зв'язку між відмовами, що надає можливість своєчасно визначати ступінь міцності ланцюга негативності змін [1].

Сучасний стан землекористування зумовлює необхідність розробки наукових основ, способів територіальної організації землеволодінь, посилення охорони земельних ресурсів і ґрунтового покриву. Отже, аналіз та оцінка антропогенного перетворення геосистем є невід'ємною складовою заходів системного раціонального землевпорядкування та проведення виваженої екологічної політики з метою упередження зростаючої антропоїзації довкілля і природного середовища.

**Результати дослідження антропогенної трансформації ландшафтів.** У світовій практиці оцінювання антропоїзації ландшафтів здійснюють за критеріальним та експертним підходами. До першого відносять градації гемеробності ландшафту (Європейська ландшафтна екологія), індикатори, коефіцієнти та ознаки трансформованості природних компонентів (Ісаченко О.Г.,

Х. Лезер, Jalas J., К. Billwiz, Blume Н.-Р., Sukopp Н.). Основу другого підходу становить територіальна структура земельних покривів ландшафту. Кожному певному типу або виду використання земель залежно від площі поширення та глибини трансформації присвоюється бал ступеня змінності природного ландшафту (П.Г. Шищенко, А. Richling, В.М. Самойленко) [1].

Німецькі вчені у роботі [6] описують 2 концепти у сфері оцінки стану ландшафтних комплексів: наближеність до природи та гемеробність.

Державна система моніторингу землекористування ФРН (Німеччина) через брак певних індикаторів природності ландшафтів у національній системі індикаторів розвитку землекористування в основному описує зміни в поселеннях і транспорті без урахування якості землекористування та трансформації ландшафтів в цілому.

Виявлені індикатори гемеробності можуть стати в нагоді для рекомендацій в сфері просторового планування та покращення схеми регулярного моніторингу Німеччини.

Німецькі вчені гемеробність розуміють як вимірювання інтегрального впливу всієї людської інтервенції на екосистеми, хоча концепція гемеробності спочатку була розроблена для вимірювання людського впливу на флору та рослинність.

Гемеробність визначає відстань/дистанцію між сучасною рослинністю і сконструйованим станом рослинності за умови повної відсутності людського втручання (PNV – potential natural vegetation). Таким чином гемеробність являє собою зворотне вимірювання близькості до природності, якщо антропогенний вплив буде

реверсним, тобто зворотнім (зменшуватиметься). Концепція близькості до природи бере за еталон початкову природну рослинність, яка буде незаймана людиною. В свою чергу РNV описує рослинність, яка існуватиме за умови усунення людського впливу на ландшафти.

Звідси концепція гемеробності може бути використана для оцінювання і порівняння ландшафтів, що і було здійснено у межах ФРН. Для оцінки гемеробності зручною виступає база даних земних покривів CORINE – проект Європейської Комісії для уніфікування класифікації основних типів земних покривів в Європі. Було здійснено присвоєння певному земному покриву, які поділені 13 основних класів з 44 підкласами, рівню гемеробності (семирівнева шкала) залежно від інтенсивності, тривалості і діапазону впливу. Порівняння антропогенного впливу на різних індивідуальних територіальних одиницях проводили за допомогою індексу гемеробності, який вираховується за спеціальною формулою (детальніше) [6].

У своїх дослідженнях польські науковці [4] в якості ратифікаційного методу застосовують концепцію гемеробності для аналізу та оцінки антропогенної трансформованості сучасного стану та змін у використанні фітоценозів, екосистем і ландшафтів річкової долини (річка Соколовка) протягом 200 років у Центральній частині Польщі з використанням геоінформаційних технологій. Оцінку ландшафтів долини проводили в 3 аспектах: аналіз змін у землекористуванні протягом цього часу, картування сучасного рослинного покриву та визначення рівнів гемеробності.

Найвищий ступінь трансформації геосистем зафіксовано у 19 столітті протягом індустріального розвитку регіону, суттєву редукцію антропогенної діяльності та збільшення площ лісових масивів спостерігали після Другої світової війни. Результати дослідження обґрунтовують можливість застосування поняття гемеробності у сфері гідроінвайронментології та гідрології, а також свідчать про коливання антропогенного навантаження на територію залежно від періоду цивілізаційного розвитку.

За з основами гідроінвайронментології [2], рівень стану геосистеми визначається за рівнем стану певних її складових (квазіприродної генезисно-еволюційної системи (КПГЕС). Такий рівень буде тлумачитися як сукупність властивостей цих складових, які оцінюються за їхньою стійкістю та надійністю.

У даному випадку стійкість виступає як здатність ГС зберігати структуру, властивості та класифікаційні ознаки при геоекологічних природних та антропогенних впливах за рахунок саморегуляції. З огляду на те, що стійкість – є показником фазовим та параметричним, особливої уваги для визначення здатності ГС до саморегуляції та функціонування за різних ступенях антропогенного впливу має фазова антропізаційна стійкість (ФАС(ГС)), яка знаходиться в оберненій залежності до ступеня антропізації КПГЕС і віддзеркалює міру її «залишкової» здатності до саморегуляції.

Шляхом аналізу перетину субполів певної геосистеми субполями підсистем функціонально-природокористувальної системи (ФПП) та значення індексу ФАС за категорійно-класифікаційною схемою можна вста-

новити – як здатність геосистеми до саморегуляції, так і рівень стану ГС за класом, а також головний вид природокористування, інтенсивність та характер впливу на природні ландшафти, ступінь антропогенної перетвореності територій [2].

Прямий та опосередкований вплив землекористування на умови навколишнього середовища та на зміни в ландшафтах через концепції геме-робності досліджували також вчені Південної Кореї через ландшафти сільських поселень Республіки.

Для оцінки антропогенного впливу на оселища (*habitat*) та визначення геме-робності до уваги брали 3 фактори: механічне порушення ґрунтів, пряме механічне порушення рослинності, хімічне порушення. Сила впливу фактора оцінювали по 3-х категоріях градації: низька, середня, висока [8]. Саме комбінація даних факторів порушення (*disturbance factors*) дала змогу віднести той чи інший характер антропогенного впливу до певного рівня геме-робності. Також встановлено, що найбільшу кількість видів землекористування спостерігалась у місцях помірного антропогенного тиску, що підтверджує теорію середнього рівня збурення. Цей факторіальний підхід визначення рівнів геме-робності має певну схожість з вимірюванням ентропії ландшафтів.

Для вивчення стійкості та чутливості ландшафтів до антропогенного впливу автор статті [5] зазначає, що для підтримки концепції збалансованого розвитку, висунутої на конференції Ріо в 1992 році, та всезагальної стратегії охорони довкілля важливим є оцінювання антропогенного навантаження на геосистеми та природно-екологічного потенціалу

ландшафту для визначення їхньої стійкості та протидії техногеохімічному навантаженню без суттєвих змін своєї структури та функціонування. Автор звертається до поняття ентропії ландшафту – міри неупорядкованості геосистеми: чим вищий показник ентропії, тим менш стійка геосистема в часі і просторі. Ентропія ландшафту прямо пропорційна чутливості (реакції/відгуку системи на антропогенний вплив) геосистеми і величині техногеохімічного навантаження.

У зв'язку зі складністю вимірювання ентропії, було введено поняття відносна ентропія ландшафту – термін містить розуміння того, що чутливі геосистеми швидше втрачають свою первісну організацію (структуру і зв'язки).

Оцінювання відносної ентропії в ландшафтних системах може здійснюватися в 3 етапи:

- 1) оцінювання чутливості ландшафтів до хімічного впливу;
- 2) територіального поширення техногеохімічного тиску;
- 3) виділення класів відносної ентропії [5].

На першому етапі оцінюють чутливість ландшафтів через визначення забруднення ґрунтів та ґрунтових вод. Територіальне поширення техногеохімічного тиску визначають залежно від джерела забруднення (промисловість, транспорт, с/г) та зайнятої ними території у %. Також враховують густоту об'єктів забруднення, їхній тип та категорія. Кожному джерелу забруднення за результатами експертного аналізу присвоюють бали залежно від ваги та інтенсивності забруднення.

Такі етапи використані і до території Литви. Було виділено 7 класів чутливості ландшафтів, 5 класів тех-

ногоехімічного тиску та 5 класів відносної ентропії ландшафтів країни. Використавши ГІС – технології, була створена інтегральна карта відносної ентропії ландшафтів Литви (детальніше у [5]). Отже, виходячи з аналізу ентропії геосистем можна також робити висновки про стан та характер стійкості ландшафтних комплексів до антропогенного тиску, а звідси перейти до встановлення фазово-антропоізаційної стійкості регіонів дослідження.

У свою чергу американські вчені Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter та A. Kinzig [6] досліджували властивості соціально-екологічної системи (СЕС), які можна умовно ототожнити з геосистемами, оскільки їхніми компонентами являються природа, населення та види людської діяльності.

СЕС описувано по 3-х атрибутах, що визначають їх майбутні траєкторії – пружність, адаптивність, перетворюваність. Пружність розглянуто як здатність системи поглинати збурення і реорганізуватися відповідно до змін, підтримувати при цьому наявні функції, структуру, ідентичність, зворотні зв'язки. Вона має 4 компоненти: широту або діапазон допустимих змін, стійкість, ненадійність, кросс-масштабний ефект «panarchy».

Діапазон допустимих змін – це максимальна величина допустимої зміни системи для недопущення втрати її здатності до відновлення. Ненадійність – показує як близько поточний стан системи до порогового (критичного) значення змін. «Panarchy» – залежність даного масштабового рівня системи від впливів станів та динаміки масштабів вищого і нижчого рівнів. Компонент свідчить про необхідність аналізування сис-

теми на різних масштабних рівнях. Важливе значення для геосистеми має така властивість як стійкість – легкість або складність зміни системи під дією природно-антропогенних впливів [7].

Отже, вчені намагаються дослідити можливу трансформацію ландшафтів через аналіз їхніх масштабів, стійкості та діапазон допустимих змін стану.

Відсутність спільної основи, виведення розрахункових формул та інтегральної оцінки в цілому є актуальним завданням для визначення антропоізації та стійкості геосистем до різних видів впливу, і власне розробляється в рамках геоекологічних та гідроінвайроментологічних теоретико-практичних дослідженнях та розробках.

Для визначення і уточнення оцінки антропогенного впливу функціонально-природокористувальних підсистем (або видів природокористування) на ландшафти необхідно знати характер та особливості земного покриву території дослідження.

Наразі існують глобально визнані і обґрунтовані класифікаційні схеми, бази та системи земного покриву (Land Use and Land Cover Classification System, USGS, Land Cover Classification System, FAO), які вперше були визначені для країн Західної Європи і набули широко-масштабного визнання у всьому світі. Перспективною виявилася концепція гемеробності, яка була адаптована до номенклатури земних покривів CORINE і знайшла своє теоретичне обґрунтування та практичне застосування у багатьох країнах, в тому числі Угорщині, Німеччині, Польщі.

Відомо, що види землекористування не є тотожними видам земних

покривів, адже характер використання території часто не співпадає з характером фізичного покриву досліджуваної ділянки. Тому виникла необхідність не лише виокремити та систематизувати певні типи землекористування, а й визначити силу та глибину його впливу на ландшафти для створення ієрархічної схеми, яка дозволила б робити кількісні розрахунки антропогенного тиску на геосистеми.

Одна з перших спроб щодо виділення саме типів землекористування (land use types) була здійснена Службою охорони природних ресурсів Міністерства сільського господарства США в рамках програми Національної інвентаризації природних ресурсів (National Resources Inventory), з часом результати цих досліджень були опубліковані у звіті Служби економічних досліджень Міністерства сільського господарства США (USDA's Economic Research Service).

З 2000 року така інвентаризація проводиться щорічно, використовуючи дані дистанційного зондування, картографічну, статистичну, фондову інформацію та дані стаціонарних досліджень. Проводиться двохступенева система випадкового відбору проб в близько 800 000 точках, далі відбувається перевірка даних в натурі та з адміністративною інформацією.

Було визначені наступні категорії власне землекористування:

- орні землі – землі, відведені для врожайних культур, у тому числі пасовища, які знаходяться в ротатії з рядковими культурами;

- пасовища – земельні ділянки з рослинним покривом у вигляді бобових та різотрав'я;

- пасовищні угіддя – землі, вкриті переважно місцевими видами трав,

- чагарниками, також луки, савани, водно-болотні угіддя, деякі пустелі і тундрові ділянки, що придатні для випасу худоби;

- лісові землі – ділянки, що принаймні на 10% вкриті лісовою рослинністю або лісами висотою не менше 4 м і площею не менше 1 акр;

- інші сільськогосподарські землі – включають садиби та інші фермерські споруди, поля, лісозахисні смуги, бедленди;

- міські та забудовані території – землі житлової, промислової, комерційної забудови, залізничні двори, кладовища, аеропорти, поля для гольфу, звалища, очисні та гідротехнічні споруди, невеликі парки і транспортні споруди в межах міських районів [3].

Загалом зміни земного покриву досліджуються шляхом спостереження за фенологією рослинності, сезонними змінами снігового покриву, повенями, пожежами, змінами видів діяльності. Дослідження ведуться за допомогою аналізу часових рядів даних супутників MODIS, MERIS, SPOT, сенсора AVHRR. Для більш детальних спостережень високої роздільної здатності використовують космічні знімки супутників, у тому числі супутника Landsat колекції Global Land Survey, розроблені Національним агентством з авіації та досліджень космічного простору США (NASA) та Геологічною службою США (USGS). Дослідження у цій сфері здійснюють також провідні навчальні заклади світу та міжнародні організації, наприклад, Мерілендський університет, який випускає карти щорічного перетворення рослинного покриву, Продовольча і сільськогосподарська організація ООН (ФАО) здійснює аналіз, зйомку та глобальну оцінку лісо-



вих ресурсів, оформляє результати у вигляді щорічних звітних матеріалів.

Для моделювання або екстраполяції потенційного землекористування варто брати до уваги в першу чергу місце розташування території та її просторовий масштаб. Однакові за земельним покривом ділянки різного розташування доволі часто різняться за видами функціонально-природокористувальних підсистем. Тому для прогнозу їхніх змін або трансформації враховують різні фактори – відстань від урбанізаційних територій та міст, густоту транспортної сітки, висотні різниці рельєфу, кількість та периметр ліній електропередач (ЛЕП). Також варто брати до уваги властивості ґрунтів, ландшафтні структури та їхню стійкість до антропогенних навантажень.

Для прогнозування та симуляції землекористування європейськими вченими запропонована так звана система оцінки сценаріїв (СОС) (Scenario Evaluation System – SES). Симуляція відбувається у вигляді геоінформаційної моделі, що являє собою систему багатопланових картографічних продуктів, баз геопросторових даних. Ключовими вхідними елементами виступають інформація про сучасний стан землекористування, політичні рішення, сценарій вірогідних процесів та діяльності на території дослідження.

### Висновки

Дослідження антропогенної трансформації ландшафтів охоплює 2 про-

цеси – аналіз сучасного використання ландшафтних комплексів та визначення характеру та ступеня антропогенної змінності ландшафтів, яке необхідно для аналізу їхньої загальної стійкості та прогнозу реакцій на наявні та перспективні антропогенні навантаження.

Характер антропогенізації можна визначити дослідженням структури природних компонентів. Залежно від впливу компонента на суттєві зміни чи порушення ландшафтні комплекси відносять до різних класифікаційних об'єднань. Оцінка ступеня антропогенізації ландшафту дає змогу встановити можливість зворотності змін, здатність ландшафтів до самовідновлення.

Дослідження стійкості геосистем до антропогенного тиску та ступеня їхньої антропогенізації є важливим і доцільним завданням в науці та господарстві, адже дасть змогу здійснювати конструктивне територіальне управління враховуючи концепцію збереження ландшафтів, раціональне використання ресурсів, особливо земельних, та нормалізувати наразі безконтрольний вплив людини на природні системи. Дана робота покликана звернути увагу на доцільності залучення іноземного досвіду ряду країн щодо вирішення зазначених завдань, який не може бути відразу і повністю застосований, бо має бути адаптований до конкретної території із певними особливостями регіонального землекористування.

### Література

1. Гродзинський М.Д. Ландшафтна екологія: Підручник/Гродзинський М.Д. – К., 2014. – 550 с.
2. Самойленко В.М., Іванок Д.В. Розвиток теоретично-прикладних основ моделювання стану геосистем басейнової ландшафтної територіальної структури: базові підходи та фазова стійкість // Фізична географія та геоморфологія. – 2011. – Вип. 3(64).

3. Cynthia Nickerson, Robert Ebel, Allison Borchers, and Fernando Carriazo Major Uses of Land in the United States, Economic Information Bulletin Number 89, 2007 – 57 p. [online] URL: <http://www.ers.usda.gov/data-products/major-land-uses.aspx>.
4. Marcin Kiendrzynski Historical Land Use, Actual Vegetation and the Hemeroby levels in ecological evaluation of an urban river valley in perspective of its rehabilitation plan// Pol.J. Environ. Stud. Vol.23.No. 1. (2014) 109-117.
5. Margarita Jankauskaitė The problem of landscape relative entropy and its application (on the example of Lithuanian territory)// Geografijos metraštis – 2005. – № 38(2). – P. 15-23
6. Ulrich Walz, Christian Stein Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany //Journal for Nature Conservation 22 (2014). – P. 279–289.
7. Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter, and A. Kinzig. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems// Ecology and Society 9(2), 2004.
8. Yeon-Mee Kim, Stefan Zerbe & Ingo Kowarik Human impact on flora and habitats in Korean rural settlements. – Preslia, Praha, 74: 407–419, 2002.

---

# ЕКОЛОГІЯ І ВИРОБНИЦТВО

---

УДК 504.05:658:550.574

## INTEGRATED RESEARCH CLEANING METHODS TUBING POLLUTED TECHNOGENICALLY ENHANCED NATURAL SOURCES ORIGIN

**Bondar O., Denysenko I.**

State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management,  
st. Metropolitan Basil Lypkivskiyi, 35, 03035, Kyiv  
emaa.dea@ukr.net

The aspects of handling materials contaminated with radionuclides of natural origin, in particular producing strings (strings) of the oil and gas industry, are analyzed. The results of the analysis of existing methods for cleaning strings are presented. The prospects of using the complex method of cleaning the strings from salt deposits, which is in simultaneous application of hydrodynamic, cavitation and mechanical action, are considered. *Keywords:* ecological safety, strings, natural radionuclides, hydrodynamic method of cleaning, oilfield equipment, cleaning unit for strings.

**Дослідження комплексного методу очищення насосно-компресорних труб, забруднених радіонуклідами природного походження.** Бондар О.І., Денисенко І.Ю. Проаналізовано аспекти поводження з матеріалами, забрудненими радіонуклідами природного походження зокрема насосно-компресорні труби (НКТ) нафтогазовидобувної промисловості. Викладено результати аналізу існуючих методів очищення НКТ. Розглянуто перспективи застосування комплексного методу очищення НКТ від сольових відкладень, який полягає в одночасному застосуванні гідродинамічної, кавітаційної та механічної дії. *Ключові слова:* радіаційна безпека, екологічна безпека, насосно-компресорні труби, природні радіонукліди, гідродинамічний спосіб очищення, нафтопромислове обладнання, установка для очищення НКТ.

**Исследование комплексного метода очистки насосно-компрессорных труб, загрязненных радионуклидами природного происхождения.** Бондарь А.И., Денисенко И.Ю. Проанализированы аспекты обращения с материалами, загрязненными техногенно усиленными источниками природного происхождения в частности насосно-компрессорные трубы (НКТ) нефтегазовой промышленности. Изложены результаты анализа существующих методов очистки НКТ. Рассмотрено перспективы использования комплексного метода очистки НКТ от солевых отложений, который заключается в одновременном применении гидродинамического, кавитационного и механического действия. *Ключевые слова:* экологическая безопасность, насосно-компрессорные трубы, природные радионуклиды, гидродинамический способ очистки, нефтепромысловое оборудование.

### **Problem definition and its relationship with important scientific and practical tasks**

Background research caused aggravation question environmentally sound

treatment of accumulated on specially equipped sites (ten thousand tonnes) of waste processing equipment (strings) contaminated with salt deposits containing natural radionuclides ( $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ )

and  $^{40}\text{K}$ ), which was formed in enterprise performance oil and gas industry.

The exposure dose of salt deposits is up to 500 mR / h, which is more than 40-50 times higher than the natural background radiation [1]. It is dangerous in terms of radiation and environmental safety. Temporary storage of strings does not solve one of the main issue – to minimize negative impacts on the environment and human.

Based on the above idea it was implemented reduction of environmental load of contaminated equipment by applying environmentally and economically acceptable way of cleaning the strings from salt deposits containing natural radionuclides by manufacturing and testing units for cleaning strings.

Study of cleaning of waste processing equipment involved in the oil industry, scientists such as V. Shumlyansky, A. Subbotin, M. Zyryvel and others were engaged. Significant contribution to the study on environmental and radiation safety were done A. Serdyuk, A. Matoshko, I. Los, A. Mnuhin and many other scientists [2-3].

But despite the significant achievements of this issue, handling of materials contaminated with technologically enhanced naturally occurring sources, including oil and gas strings remains relevant today because the technology is not proven to implementation. Research of cleaning strings from salt deposits containing natural radionuclides associated with previous publications [4-6] on this topic.

Experimental study on the technology of decontamination strings comprehensive way held at the head office of the State Corporation "Ukrainian State Association" Radon "(hereinafter – SC" UkrDO "Radon") of the State Specialized

Enterprise "Central Enterprise for Radioactive Waste Management" (hereinafter – TSPPRV DSP), located in the exclusion zone and zone of unconditional (obligatory) resettlement (the pollutants and BZ (o) B).

Installation for cleaning strings housed in a special room in conditions as close to natural. During the execution of experimental work carried out constant dose control using certified dosimeters dosimeter-radiometer MKS-01R, zav. №859 859 and SCS – 96-01, block 96 BDZA T №281. Work performed under the terms of measures of safety and radiation safety stipulated rules and regulations.

Before purification measuring the exposure dose of  $\gamma$ -radiation (the ER) and flux density of  $\alpha$ - and  $\beta$ -particles on the inner and outer surfaces were performed. Also, repeated measurements were performed after decontamination tubes and obtained after decontamination of radioactive materials in the form of sludge.

Strings were different sizes – from 6 to 10.5 m. A pipe strings supplied strings length 9,5-10,5 m. Geometric pipe size strings complied GOST 633-80. The weight strings pipes GOST 33-80. Tolerances strings pipe sizes are small, making them practical.

Test samples had different strings sizes:

- the length – 6 m to 11.5 m;
- pipe diameter – from 30 mm to 160 mm.

The thickness of the pipe wall was 5-10% of the outer diameter of the pipe. Strings had an anti-corrosion coating, but due to constant mechanical stress and interaction with aggressive media greatly subjected to corrosion and accumulation of salt deposits (Fig. 1a, b).



Fig. 1 (a, b) strings, exposed to corrosion and accumulation of salt deposits on their inner walls

The technology of cleaning the surface of the strings is as follows. Special traffic strings delivered to the place of decontamination. Before deactivating all strings and weighted measurements conducted  $\alpha \beta \gamma$  – radiation exposure dose. Each strings purified complex method (Fig. 2).

The installation consists of a high pressure system that delivers the working fluid (water) into the contaminated pipes; specially developed and patented nozzle which achieves a complex hydrodynamic cavitation performance and frame, which is fixed strings. Nozzle inserted into the inner cavity of the pipe under the influence of fluid supply pump high pressure comes into rotary motion, acting on a layer of sediment jets of high-pressure jets of high-energy (cavitation) effects on surface and mechanical destruction (cutting) layer of sediment.

Using of a specially designed nozzle allows reaching purification strings. The resulting sludge gathered in the receiving chamber and then determined the level of radioactive contamination transferred to long-term storage.

In the world use various methods of cleaning the strings of salt deposits containing natural radionuclides.

Through analysis of existing technologies and their description in the literature [1-7], has been allocated the following methods of cleaning oil and gas processing equipment, chemical, mechanical, hydrodynamic, cavitation. General characteristics, advantages and disadvantages of these methods shown in Table 1.

Comparative characteristics of these methods makes it possible to conclude that they all have advantages and disadvantages. Chemical and mechanical compared to the other is quite accessible for use. Thus, there is a wide practice of using mechanical means both abroad and in Ukraine.

Some attempts decontamination strings mechanically made experts of the State Specialized Enterprise "Kharkov State Interregional Specialized Factory" DC UkrDO "Radon" (DSP "HDMSK"), which took on a contractual basis for temporary storage of strings.

Characterization strings oil and gas industry, contaminated natural origin was to:

- measuring the dose rate exposure dose of 0.1 m and at a distance of 1 m from the surface of the strings for the definition of radioactive material

Table 1

**Analytical study of the advantages and disadvantages of existing methods of cleaning oil equipment**

Method name	Cleanser	Advantages	Disadvantages
Chemical	Different kinds of reagents	A wide range of reagents for various compositions pollution	Do not ensure complete removal of salts, aggressive reagents can damage the walls of process equipment required special conditions for use of the method, financially costly
Mechanical	Various mechanical tools	Available structurally simple	Damage to the walls of the process equipment
Hydrodynamic	Water jet installation of various designs, which are equipped with a nozzle for supplying a jet of water under high pressure	Versatile, walls are damaged equipment	In terms of wells using is limited
Cavitation	Water jet installation using special cavitation nozzle	High performance equipment are damaged wall	Energy-consuming
The method of acoustic impact	Involves the use of ultrasound generated emitters of different configurations	Environmentally friendly, the walls are damaged equipment	Inefficient for cleaning pipes of considerable length, damaged walls of the process equipment, uneven cleaning

and, consequently, the level of physical protection;

- exposure dose measurement flux density and  $\alpha$ -,  $\beta$ -particle radiation safety for personnel during works on-site storage of strings;

- measuring the specific activity of naturally occurring radionuclides analysis safekeeping strings and determine the possibility of removal from regulatory control after decontamination.

Results of decontamination strings mechanically are shown in Table 2 [8].

A total for deactivation mechanically was transferred 35,436 kg strings, of them are not subjected to decontamina-

tion 3372 kg, which is 9.5% of the total.

All strings that were sent for decontamination at SSE was found TSPPRV radiative waste [9].

Indicators secondary activity radioactive waste (hereinafter – RW) are formed by mechanically decontamination strings below the strings to decontamination activity [8].

As a result of this work flaws complex pipe cleaning method, namely the observed cases of incomplete cleaning some sample strings was found. However, mechanical fragmentation method requires strings. In addition, dust and aerosols formed. Checked in cases of dam-

Table 2

**The results of experimental studies on decontamination strings mechanically**

Characteristics of strings samples	Lot number strings			
	1	2	3	4
Weight strings party, held deactivation kg	720	10 972	10 124	13 620
The initial activity of the party strings, Bq	1,2x10 <sup>5</sup>	1,8x10 <sup>6</sup>	1,7x10 <sup>6</sup>	2,3x10 <sup>6</sup>
Weight deactivated strings, kg	226	10 394	8 832	12 240
The percentage of strings that passed deactivation, %	31,39	95,12	87,24	89,87
Number deactivated fragments strings, units	23	1 156	864	1 226
The mass of fragments not undergone decontamination, kg	492	490	1 196	1 192
Mass of secondary radioactive waste, kg	2	88	96	92
Key secondary radioactive waste, Bq	3,8x10 <sup>4</sup>	9,7x10 <sup>5</sup>	1,2x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>6</sup>

age to the internal walls of the strings, not allowing re-use in oil and gas industry.

On the ground of handling strings SSE "TSPPRV" strings diameter of 76 mm and a length of 10 m, wall thickness of 8 mm are hosted.

The main radionuclides in technologically contaminated strings is <sup>226</sup>Ra and <sup>232</sup>Th.

The maximum specific activity is: for <sup>226</sup>Ra – 570 kBq / kg, <sup>232</sup>Th – 340 kBq / kg, minimum – 0.03 kBq / kg and 0.01 kBq / kg, respectively. <sup>226</sup>Ra and <sup>232</sup>Th characterized gamma, beta and alpha radiation.

The specific activity of both radionuclides – <sup>226</sup>Ra and <sup>232</sup>Th concentrated in the first 1 mm layer on the outside as well inside of the pipes. In the second 1-mm layer of both radionuclides specific activity decreases on average 75 times. The most polluted is the inside of the pipes. For the most contaminated strings surface contamination levels exceed release after removing the second layer of the inner surface of the pipes.

The level of exemption from regulatory control of natural radionuclides is 1 kBq / kg.

EDR from the strings range from background values up to 40 mSv/h, the density of beta particles is from 2,000 units  $\beta$ -particles/(cm<sup>2</sup> × min), density of alpha particles ranges from zero to 160  $\alpha$ -particle/(cm<sup>2</sup> × min).

The principle of operation units for cleaning strings based on a combination of hydrodynamic simultaneously, cavitation and mechanical stress.

Experimental setup has the following main features:

- production capacity – 3-4 tubes/hour;
- electricity consumption – 20-70 kW/h;
- flow of water through the cleaning head – 30-50 liters / min. The system allows cleaning of high water in the recirculation mode. The minimum amount of water – up to 300l 100-150 tons of pipes.

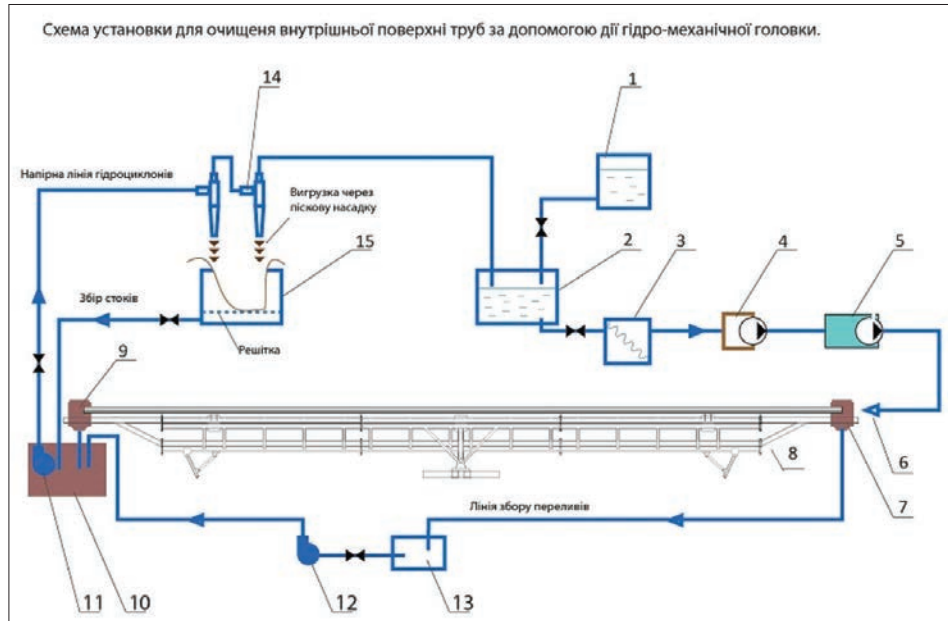


Fig. 2. Apparatus for cleaning the internal surface of pipes from salt deposits

Tests were conducted in compliance with radiation safety in accordance with the prepared temporary technological requirements. For research strings were

taken in an amount of 5 pieces. Each pipe was marked with input and dose control.

Incoming inspection results are shown in Table 3.

Table 3

**The results of radiation monitoring input strings**

Number of sample tubes	Radiation indicators			The thickness of the salt deposits, mm	Protocol № ___ of ___
	Power exposure dose, mSv/h	$\beta$ -flux density particles B-particles/ min* cm <sup>2</sup>	Fluence $\alpha$ -particles, $\alpha$ -particles/ min* cm <sup>2</sup>		
B3	tube	28	930	4	№2 25.04.2015.
	sludge	142	22800	47	
B7	tube	26	1117	3	№5 23.05.2015.
	sludge	980	38000	27	
A4	tube	0,7	31	1,5	№6 24.05.2015.
	sludge	170	630	3	
A6	tube	31	1090	3	№7 24.05.2015.
	sludge	186	36000	70	
A5	tube	42	1175	3	№9 27.05.2015.
	sludge	220	29500	63	



It was found that the thickness of salt deposits on the inner surface of the strings was 4.6 mm. The average exposure dose tubes – 25.54 mSv/h, with a density of  $\beta$ -particles averaged 868,6  $\beta$  particles/min. \* Cm<sup>2</sup>, and  $\alpha$ -2,9  $\alpha$ -particles particles/min. \* Cm<sup>2</sup>. Indicators flux density  $\alpha$  and  $\beta$ -particles in the slurry is ten times higher than those of the tube.

Also, a study of the chemical composition of sediments captured first layer strings is reflected in Table 4.

Table 4

**The composition of sediment removed first layer strings**

№	Chemical element	Indexes, %
1	Pb	<b>97.69±0.06%</b>
2	Sb	<b>1.82±0.06%</b>
3	Sn	<b>0.26±0.01%</b>
4	Zn	<b>0.19±0.00%</b>
5	Cu	<b>0.04±0.00%</b>

The main chemical elements in the salt deposits are Pb, whose contribution is 97.69%. The lowest content of Cu – 0,04%.

Thus, the radioactive material in the form of strings and other equipment are dangerous due to high levels of surface contamination  $\alpha$ ,  $\gamma$  emitting radionuclides. Handling strings contaminated by salt deposits from the content of natural radionuclides is in accordance with the requirements NRBU- 97, under health and safety regulations fourth group aimed at reducing the dose chronic human exposure to man-caused reinforced springs naturally occurring in the home and at work.

### Conclusions

Given the results of existing research and experience on issues related to improving the environmental safety of oil and gas industry enterprises and adjacent areas by reducing the amount of radioactive strings and according to their storage occupied territories, we believe that further research is necessary to continue to search for the most an acceptable method of cleaning the strings and its environmental and economic evaluation and justification of the usefulness of this technique.

### List of references

1. Drigulich P. The method of decontamination of the pump-compressor pipes buried by natural radionuclides / P. Drigulich // Naftogazova galuz of Ukraine. – 2014. – №2. – P. 39-42.
2. Mnukhin A. G. Technologies of the XXI century: Volume 1. Electrohydraulics / A. Mnukhin, A. Bryukhanov, I. Iordanov, N. Gromova, V. Mnukhin-Makeyevka-Donetsk: VIC, 2012. – 432 p.
3. Omelyanyuk M. Scaling in the extraction of oil: education, prevention, removal: dis. Candidate tehn. Sciences: 05.02.13 / Maksim Vitalevich Omelyanyuk. – Krasnodar, 2010. – 156 p.
4. Denisenko I. Ekological aspect of the process of purification of the technological obsession of the contaminated radionuclides of the Natural March: Collection of Abstracts XIII Intern. nauk. and practical. Conf. [ "The problems of ecological safety" ] (Kremenchuk, 8-9 Oct. 2014) / M Prospect Education. – Cream. Cream. Nation. in-one to them. Ostrogradskii M., 2014. – P. 27.
5. Ivashchenko T. Environmental and economic aspects of storage and treatment of radioactive pollution strings oil and gas production industry / Prybytko G., buttermilk S., Denisenko I. // Materials of the round table under International environmental Forum "Environment for Ukraine" "environmental status and prospects of the Chernobyl exclusion zone." – Kyiv, 27 April 2016.

6. Denisenko I. Environmental aspects storage and treatment of radioactive pollution strings for oil industry / T. Ivashchenko, Prybytko G., buttermilk S. // Proceedings of the IV International Conference and messages "Chemical and Radiation security: problems and solutions". – Kyiv: IHNS, 2016. – P. 75.
7. Kashchavtsev V. Salt formation during oil recovery / V. Kashchavtsev, Mishchenko I. – М .: 2004. – 432 p.
8. Omelyanyuk M. Development of technology of hydrodynamic cavitation cleaning of pipes from deposits during well repair: Abstract of thesis. Dis. For the academic degree of Cand. Tech. Sciences: spec. 25.00.15 – "Technology of drilling and development of wells"; 05.02.13 – "Machines, aggregates and processes (oil and gas industry)" [Electron resource]. – 2013. – Access mode: <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-tehnologii-gidrodinamicheskoi-kavitatsionn-oi-ochistki-trub-ot-otlozhenii-pri-rem>.
9. Protocol technology demonstration test decontamination strings contaminated with technologically-enhanced naturally occurring sources of hydrodynamic method of 10.06.2015. Chernobyl.
10. Letter State Nuclear Regulatory Inspectorate № 24-16 / 5362 from 05.08.2016 r. waste management, contaminated technologically enhanced naturally occurring sources.

## НОВЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ ПРОЦЕСС ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ РЕЗЕРВУАРОВ ХРАНЕНИЯ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Ларин А.Н., Гарбуз С.В., Ковалёв А.А.

Национальный университет гражданской защиты Украины  
ул.Чернышевского, 94, 61000, г. Харьков

На примере резервуара РВС-5000 показана экологическая опасность процесса его дегазации, произведён расчёт концентрации вредных веществ (углеводородов) в атмосферном воздухе для действующего в Украине способа дегазации на всех его стадиях. Основана необходимость изучения международного опыта по внедрению установок улавливания паров углеводородов. Предложено использование нового эжекторно-вихревого способа принудительной вентиляции резервуаров. *Ключевые слова:* дегазация резервуаров, принудительная вентиляция, вредные вещества, экологическая опасность, способ дегазации.

**Новий екологічно безпечний процес примусової вентиляції резервуарів зберігання світлих нафтопродуктів.** Ларін О.М., Гарбуз С. В., Ковальов О.О. На прикладі резервуара РВС-5000 показано екологічну небезпеку процесу його дегазації, здійснено розрахунок концентрації шкідливих речовин (вуглеводнів) в атмосферному повітрі для діючого в Україні способу дегазації, на всіх його стадіях. Обґрунтовано необхідність міжнародного досвіду з впровадження установок уловлювання парів вуглеводнів. Запропоновано використання нового ежекторно-вихревого способу примусової вентиляції резервуарів. *Ключові слова:* дегазация резервуарів, примусова вентиляция, шкідливі речовини, екологічна небезпека, спосіб дегазації.

**New environmentally friendly process of forced ventilation of light oil storage tanks.** Larin A., Garbuz S., Kovalev A. For example of tank PBC-5000 shows the environmental hazard of degassing, calculation promoted the concentration of harmful substances (hydrocarbons) in the air for operating in Ukraine degassing method, at all stages. The necessity of international experience in the implementation of hydrocarbon vapor recovery facilities is substantiated. The use of a new jet-vortex method of forced ventilation of tanks is proposed. *Keywords:* degassing of reservoirs, forced ventilation, harmful substances, ecological danger, method of degassing.

Ежегодно Украина потребляет более 20 млн т. нефти и продуктов её переработки [1], что предполагает содержание достаточно большого резервуарного парка страны. Установлено, что на 1 тонну добываемой или перерабатываемой нефти необходимый объём хранения должен составлять 0,4-0,5 м<sup>2</sup> [2].

Для надёжной и безопасной эксплуатации резервуаров хранения нефтепродуктов, согласно действующим в Украине правилам технической эксплуатации резервуаров хранения нефтепродуктов и руководству по их ремонту [3], резервуары выводятся из эксплуатации для проведения плановых, внеплановых и капиталь-

ных ремонтных работ, а также периодической очистки. Металлические резервуары подвергаются периодической зачистке в следующие сроки:

- не менее 2 раз в год – для топлив реактивных двигателей, авиационных бензинов, авиационных масел и их компонентов, прямогонных бензинов;
- не менее 1 раза в год – для присадок к смазочным маслам и масел с присадками;
- не менее 1 раза в два года – для остальных масел, автомобильных бензинов, дизельных топлив, парафинов и других аналогичных им по физико-химическим свойствам нефтепродуктов.
- от 2 раз в год до 1 раза в два года (по условиям сохранения качества нефтепродукта) – для мазутов, моторных топлив и других, аналогичных по свойствам нефтепродуктов.

Самой сложной и экологически опасной технологической операцией выполняемой при выводе резервуаров с остатками нефтепродуктов из эксплуатации, является их дегазация [4].

При дегазации резервуара в атмосферный воздух поступает значительное количество углеводородных паров, что вызывает негативные последствия:

- пары углеводородов высокотоксичны и оказывают отравляющее действие на организм человека и прилегающие экосистемы;
- пары углеводородов легко воспламеняемы, вытеснение из резервуара значительного количества углеводородных паров повышает пожарную опасность процесса дегазации;
- прямой экономический ущерб вследствие потерь нефтепродукта при рассеивании паров углеводородов в атмосфере. При этом действующий

в Украине ВБН В.2.2 58.1 94 только рекомендует для уменьшения экономических потерь применение на резервуарах установок улавливания паров нефтепродуктов.

В Украине дегазация резервуаров хранения светлых нефтепродуктов в большинстве случаев осуществляется путём принудительной вентиляции внутреннего газового пространства. Согласно действующим в Украине правилам проведения дегазации резервуаров [5], при выбросе газовой смеси из резервуара наибольшая концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы (См) не должна превышать максимальной разовой предельно допустимой концентрации См ПДК, которая составляет 5 мг/м<sup>3</sup>. Для поддержания концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы в рамках ПДК экологически опасный процесс дегазации «растягивают» от 2 до 4 суток, разделяя его на 6 стадий:

- 1-я стадия – естественная вентиляция с открытым световым люком;
- 2-я стадия – естественная вентиляция с 2 открытыми световыми люками;
- 3-я стадия – принудительная вентиляция с подачей воздуха 3000 м<sup>3</sup>/ч;
- 4-я стадия – принудительная вентиляция с подачей воздуха 5000 м<sup>3</sup>/ч;
- 5-я стадия – принудительная вентиляция с подачей воздуха 10000 м<sup>3</sup>/ч;
- 6-я стадия – принудительная вентиляция с подачей воздуха 40000 м<sup>3</sup>/ч.

Принудительная вентиляция резервуаров хранения нефтепродуктов путём подачи атмосферного

воздуха применяется только после снижения концентрации паров нефтепродуктов в резервуаре ниже 0,5 нижнего предела воспламенения (НПВ), поэтому на 1 и 2 стадиях применяется естественная вентиляция.

При отсутствии залпового выброса вредных веществ (углеводородов) в атмосферный воздух опасность для здоровья человека и прилегающих экосистем возможна и при продолжительном воздействии малых выбросов, учёт которых обязателен при оценке экологической опасности дегазации. Поэтому в Европейском союзе (ЕС) директивой 94/63/ЕС введены нормативы на улавливание паров углеводородов. К 2000 году все АЗС, а к 2004 г. все резервуарные парки нефтебаз и терминалы загрузки светлых нефтепродуктов (в том числе и автоцистерны), эксплуатируемые в странах ЕС, были оснащены системами улавливания паров, обеспечивающих полноту улавливания от 98% углеводородов [6].

В странах ЕС, США, Канаде и Японии законодательно ограничены выбросы паров углеводородов из резервуаров на уровне 98-99%. Эксплуатируемые в этих странах резервуары оснащены различными типами установок для улавливания паров углеводородов. Наибольшее распространение, здесь получили установки для улавливания паров, основанные на следующих принципах работы [7-9]:

1. Углеродно-вакуумная адсорбция (CVA по классификации ЕС) – эффективный и простой в эксплуатации технологический процесс рекуперации паров, благодаря чему он является самой популярной технологией в мире. Узел CVA состоит из двух оди-

наковых емкостей, наполненных активированным углем (рис 1). Каждая емкость может работать в двух режимах: «режим адсорбции» и режим «вакуумной регенерации». Емкость, готовую к режиму адсорбции, подключают к газоуравнительной линии и начинают пропускать через нее воздушную смесь, насыщенную углеводородами. Углеводороды адсорбируются на поверхности активированного угля, а очищенный воздух выбрасывается в атмосферу. После насыщения угля емкость переводится в режим вакуумной регенерации, во время которого насыщенный углеводородный пар выкачивается вакуумными насосами из активированного угля и направляется в абсорбционную колонну. В этой колонне большая часть углеводородов абсорбируется встречным потоком жидкого абсорбента поступающего из резервуарного парка или трубопровода. Присутствующий при этом незначительный объем воздуха, попавший во время воздушной продувки на стадии регенерации, выходит через верхнюю часть абсорбционной колонны, что приводит к потере незначительной части углеводородов, подлежащих в дальнейшем возврату в угольный адсорбер, находящийся в стадии адсорбции. Поочередно используя емкости в режимах адсорбции и регенерации, получают систему, работающую непрерывно.

2. Углеродно-вакуумное конденсирование под давлением (CVPC по классификации ЕС) технологически представляет ту же углеродно-вакуумную адсорбцию (CVA), но дополненную узлом циркуляции и компрессии абсорбента внутри установки (рис 2), которое используется в слу-

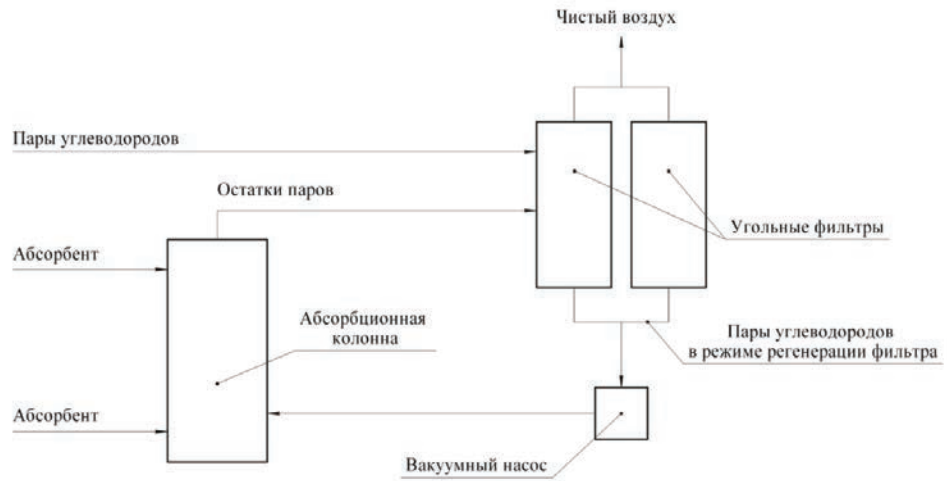


Рис. 1. Технологическая схема углеродно-вакуумной адсорбции

чае отсутствия возможности подачи свежего абсорбента из резервуарного парка. Все восстановленные пары сжимаются и содержатся в установке в качестве абсорбента до тех пор, пока восстановленный продукт не будет возвращен в соответствующую емкость хранения.

3. Холодная жидкая абсорбция (CLA по классификации ЕС) – двухступенчатый процесс атмосферной абсорбции (рис 3.). На первом этапе пары направляются в абсорбционную колонну, где они абсорбируются потоком холодного керосина. Не абсорбированные пары остаются в верхней части колонны, а

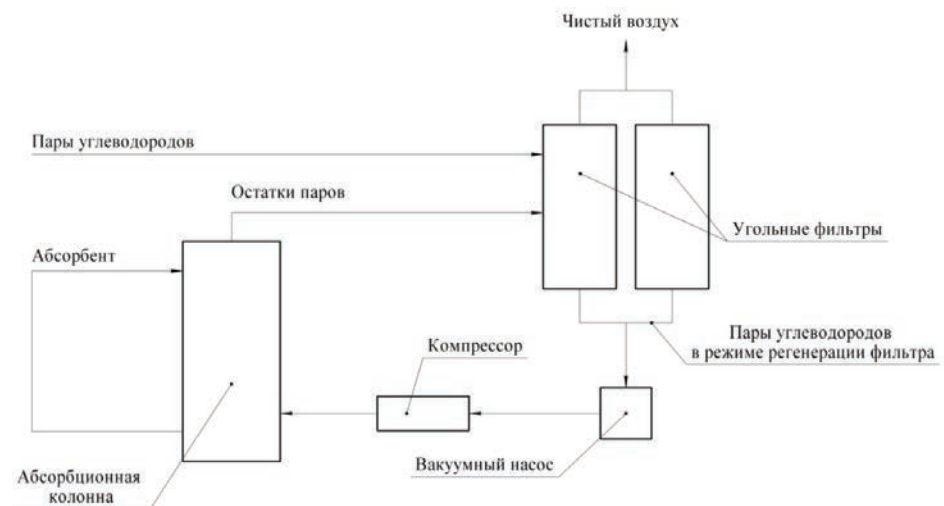


Рис. 2. Технологическая схема углеродно-вакуумного конденсирования под давлением

смесь абсорбированных/конденсированных углеводородов и обогащенный керосин перекачиваются в головную технологическую часть установки. Обогащенный керосин предварительно подогревается и направляется в десорбционную колонну, а очищенный возвращается в абсорбционную колонну. Десорбированные углеводороды высвобождаются через верхнюю часть десорбера, охлаждаются и направляются в абсорбционную колонну второй ступени, где в качестве абсорбента используется сырая нефть.

4. Мембранная фильтрация выполняется путём разделения паровоздушной смеси на азеотропных мембранах, обладающих определенной селективностью (рис. 4). При поступлении углеводородных паров на установку первой стадией является их компрессия, после чего смесь попадает в конденсатор, где происходит частичная конденсация. Затем смесь перекачивается в сепаратор, где отделяется от конденсированного продукта и после сепаратора возвращается из установки в резервуар хранения. Оставшаяся часть ПВС проходит через мембрану, которая улав-

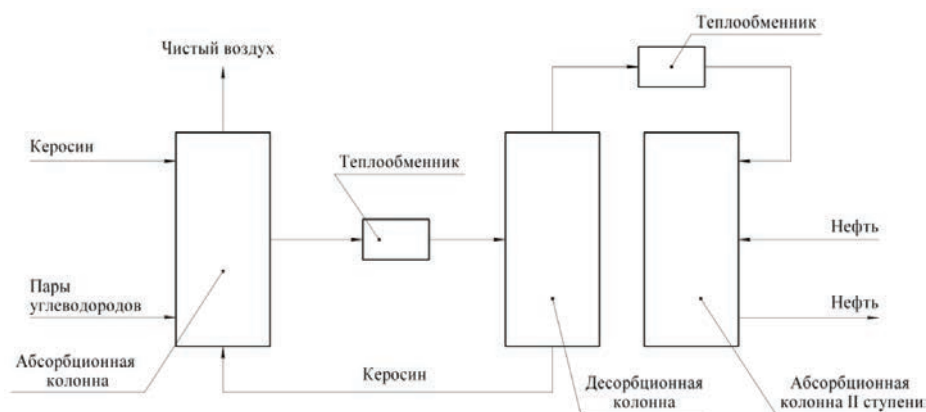


Рис. 3. Технологическая схема холодной жидкой абсорбции

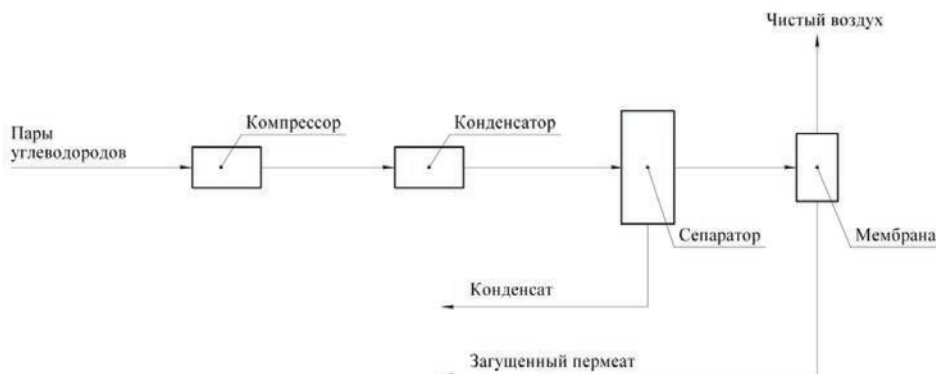


Рис. 4. Технологическая схема мембранной фильтрации

ливаєт більшу частину вуглеводородів. Після проходження мембрани чистий повітря виводиться в атмосферу, а частина ПВС в формі загущеного пермеату повертається в резервуар, де конденсація відбувається природним шляхом, а абсорбентом є продукт, знаходяться в резервуарах.

Для підвищення екологічної та пожежної безпеки процесу дегазації резервуарів існують способи проведення дегазації з подачею в внутрішнє простір резервуара інертних газів [10] і з використанням різних схем подачі та відведення повітря [11, 12].

Постановка задачі та її рішення. Для підвищення екологічної

безпеки процесу дегазації резервуарів необхідно визначити екологічну небезпеку існуючого способу проведення дегазації резервуарів і розробити технічні рішення і рекомендації, спрямовані на зниження рівня екологічної небезпеки дегазації шляхом використання системи уловлювання парів вуглеводородів.

Для визначення ступеня негативного екологічного впливу і основних технологічних параметрів існуючого способу примусової вентиляції резервуарів для зберігання світлих нафтопродуктів створено експериментальний стенд (ЭС), геометрично подібний резервуару

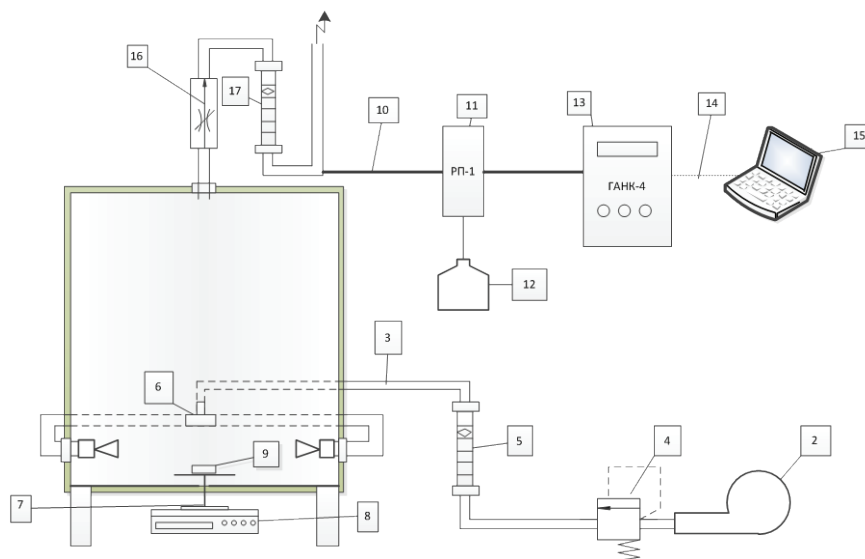


Рис. 5. Принципіальна схема експериментальної установки

- 1 – експериментальний резервуар; 2 – воздуходувка (вентилятор); 3 – лінії подачі повітря; 4 – клапан сброса избыточного давления воздуха; 5 – ротаметр; 6 – тройник; 7 – штатив; 8 – електронні ваги «AND EK-1200i»; 9 – ємкість з нафтопродуктом; 10 – полівинілові трубки для отбору проб на газовий аналіз; 11 – розбавитель (РП-1); 12 – сорбційний фільтр (ФС-1); 13 – газоаналізатор універсальний «ГАНК-4»; 14 – кабель для підключення к ПЭВМ; 15 – ПЭВМ; 16 – регулюємує заслонка на лінії удалення парів (імітація фільтра); 17 – ротаметр; 18 – повітряні ежектори



РВС-5000, объемом 5000 м<sup>3</sup> [13], схема которого представлена на рис. 5.

ЭС изготовлен из органического стекла толщиной 3 мм в виде вертикального цилиндрического сосуда и конструктивно представляет собой сосуд. Масштаб ЭС равен 1:17 от промышленного резервуара РВС-5000.

Исходные данные, используемые в расчетах, и результаты проведенного эксперимента показаны в таблице 1.

Продолжительность каждого этапа вентиляции рассчитывается по формуле [14]:

$$\tau = \frac{V}{q \cdot \eta} \cdot \ln \frac{C_1}{C_2}, \quad (1)$$

где V – вместимость резервуара (5000 м<sup>3</sup>); q – производительность вентиляции м<sup>3</sup>/ч; C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, г/м<sup>3</sup> – концентрация паров нефтепродуктов до и после вентиляции;

η – коэффициент, учитывающий условия выхода газовой смеси.

Коэффициент η для каждого этапа вентиляции определяют по формуле:

$$\eta = 0,54 \cdot \left(\frac{q}{V}\right) \cdot 0,132, \quad (2)$$

Таблица 1

**Исходные расчётные данные и результаты эксперимента  
д пересчёте для резервуара РВС-5000**

Параметр вентиляции и выбросов паров нефтепродуктов	Стадия 1	Стадия 2	Стадия 3	Стадия 4	Стадия 5	Стадия 6
Вместимость резервуара V	5000 м <sup>3</sup>					
Концентрация паров нефтепродуктов до начала вентиляции C <sub>1</sub> (C>0,5 НПВ)	300 г/м <sup>3</sup>	100 г/м <sup>3</sup>	50 г/м <sup>3</sup>	10 г/м <sup>3</sup>	5 г/м <sup>3</sup>	0,3 г/м <sup>3</sup>
Концентрация паров нефтепродуктов после вентиляции C <sub>2</sub>	100 г/м <sup>3</sup>	50 г/м <sup>3</sup>	10 г/м <sup>3</sup>	5 г/м <sup>3</sup>	0,3 г/м <sup>3</sup>	0,1 г/м <sup>3</sup>
Количество газоотводных труб	1	1	1	1	1	2
Диаметр устья трубы	0,16 м	0,25 м	0,25 м	0,25 м	0,25 м	0,25 м
Высота трубы	14,9 + 2 = 16,9 м (14,9 м – высота резервуара; 2 м – высота газоотвода)					
Производительность вентиляции Q	500 м <sup>3</sup> /ч	1000 м <sup>3</sup> /ч	3000 м <sup>3</sup> /ч	5000 м <sup>3</sup> /ч	10000 м <sup>3</sup> /ч	40000 м <sup>3</sup> /ч
	0,14 м <sup>3</sup> /ч	0,28 м <sup>3</sup> /ч	0,83 м <sup>3</sup> /ч	1,4 м <sup>3</sup> /ч	2,8 м <sup>3</sup> /ч	11,1 м <sup>3</sup> /ч
Скорость выхода газовой смеси v	5,6 м/с	5,6 м/с	16,8 м/с	28 м/с	50 м/с	50 м/с

где  $q$  – производительность вентиляции;  $v$  – скорость выхода газовой смеси.

Количество нефтепродуктов, удаляемых в атмосферу для каждого этапа вентиляции, определяют по формуле [14]:

$$M = \frac{V \cdot (C_1 - C_2)}{1000}, \quad (3)$$

где  $V$  – вместимость резервуара (5000 м<sup>3</sup>);  $q$  – производительность вентиляции м<sup>3</sup>/ч;  $C_1, C_2$ , г/м<sup>3</sup> – концентрация паров нефтепродуктов до и после вентиляции;

Выброс паров нефтепродуктов в секунду для каждого этапа вентиляции рассчитываем по формуле:

$$m = \frac{M}{3600 \cdot \tau}, \quad (4)$$

где  $M$  – количество нефтепродуктов, удаляемых в атмосферу на каждом этапе вентиляции;  $\tau$  – продолжительность этапа вентиляции.

Результаты расчета значений формул 1-4 представлены в таблице 2.

Результаты выполненных расчетов показывают значительную экологическую опасность существующего процесса дегазации резервуаров для

здоровья человека и прилежащих экосистем. Процесс принудительной вентиляции резервуара РВС-5000 занимает 91,15 часа, при этом в атмосферный воздух поступает 1,5 т паров нефтепродуктов.

Использование установок улавливания паров углеводородов из резервуаров в сочетании с действующим в Украине технологическим регламентом проведения дегазации резервуара путём принудительной вентиляции не возможно из-за наличия аэродинамического сопротивления (перепада давлений) в этих установках, которое составляет 250-450 Па [15]. Наличие аэродинамического сопротивления установки улавливания паров углеводородов не позволяет организовать 1 и 2 стадии естественной вентиляции резервуара.

Учитывая необходимость применения фильтрационной системы для улавливания паров углеводородов из резервуаров и повышения общей эффективности принудительной вентиляции резервуаров, предложен принципиально новый, эжекторно-вихревой способ подачи приточного воздуха во внутреннее пространство резервуара, суть которого состоит в следующем:

Таблица 2

**Характеристики процесса принудительной вентиляции**

Параметр вентиляции и выбросов паров нефтепродуктов	Стадия 1	Стадия 2	Стадия 3	Стадия 4	Стадия 5	Стадия 6
Продолжительность вентиляции	54 ч.	17,2 ч.	11,5 ч.	2,75 ч.	1,3 ч.	4,4 ч.
Коэффициент $\eta$	0,30	0,40	0,47	0,46	0,55	0,64
Количество нефтепродуктов, удаляемых в атмосферу	1000 кг	250 кг	200 кг	25 кг	23,5 кг	1,0 кг
Выброс паров нефтепродуктов в секунду	5 г/с	4 г/с	3,5 г/с	2,5 г/с	1,48 г/с	0,06 г/с

- для интенсификации конвективного массообмена и степени перемешивания внутреннего и подаваемого воздуха с парами нефтепродукта подача воздуха осуществляется с использованием воздушного эжектора, который устанавливается внутри резервуара, на внутреннем фланце люка-лаза (рис. 6).

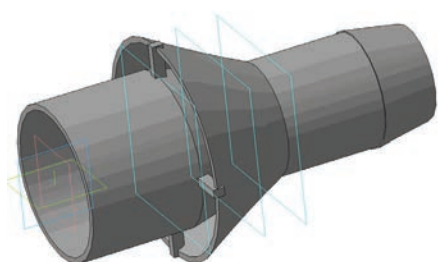


Рис. 6. Воздушный эжектор

- для обеспечения постоянной подвижности воздуха во внутреннем пространстве резервуара и создания восходящего воздушного потока путём закручивания подаваемого и имеющегося в резервуаре воздуха вдоль его стенок предложено при проведении принудительной вентиляции резервуара подачу воздуха осуществлять с двух осисимметричных (противоположных) сторон резервуара (рис. 7). При этом для создания кругового движения воздуха воздушные эжекторы размещены под углом к внутренней стенке резервуара.

Эффективность дегазации резервуаров оценивается временем, за которое концентрация паров углеводородов во внутреннем пространстве резервуара достигнет требуемого значения, как правило, 2 мг/м<sup>3</sup>. Поэтому время дегазации является общепризнанным критерием технико-экономической эффективности.

Для оценки эффективности предложенного «эжекторно-вихревого» способа принудительной вентиляции резервуаров проведены экспериментальные исследования изменения потерь масс однокомпонентных и многокомпонентных жидкостей в сравнении с существующим способом. При обработке опытных данных по потере массы жидкостями в процессе вентиляции использовали средние относительные значения величин массы, которые выражены формулой:

$$\bar{m} = \frac{m_i}{m_{\text{в}}}, \quad (5)$$

где  $m_i$  – масса жидкости в  $i$ -ую единицу времени, гр.

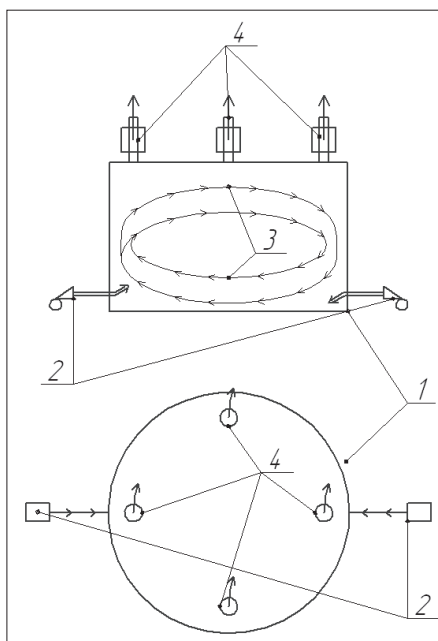


Рис. 7. Принципиальная схема эжекторно-вихревого способа подачи приточного воздуха во внутреннее пространство резервуара: 1 – резервуар; 2 – ветродуйный агрегат; 3 – тип воздушных потоков внутри резервуара; 4 – система фильтрации исходящего воздуха

$m_{ж}$  – масса заливки жидкости в экспериментальную емкость, гр.

В качестве однокомпонентных жидкостей использовались вода и толуол, многокомпонентных – бензин А-92 и дизельное топливо. При проведении эксперимента подача и отведение воздуха осуществлялись по следующим схемам:

- существующий способ подачи и отведения воздуха;
- существующий способ подачи воздуха, дополненный фильтрующей системой и исключающий 1 и 2 стадии естественной вентиляции;
- эжекторно-вихревой способ подачи воздуха с отведением паровоздушной смеси через фильтрующую систему, при этом исключаются 1 и 2 стадии естественной вентиляции.

Система фильтрации паров углеводородов смоделирована регулируемой шиберной задвижкой, создающей перепад давлений на линии отведения паровоздушной смеси в 250 Па. При проведении эксперимента в 17 мерных емкостях, равномерно расположенных на дне ЭС, заливался равный объем исследуемой жидкости (50 мл.). Затем

резервуар закрывался и в их пространство подавался приточный воздух от вентилятора. При помощи секундомера засекался промежуток времени (60 мин.), по истечению которого подача приточного воздуха прекращалась, емкости накрывались специальными крышками и взвешивались. При вычитании из массы емкости, взвешенной до начала опыта, массы емкости, взвешенной после его завершения, устанавливалась масса жидкости, оставшаяся в емкости и масса жидкости, испарившаяся в процессе вентиляции. Результаты проведенных экспериментов представлены на рисунках 8-11.

Результаты экспериментальных исследований показывают крайне низкую скорость потери массы однокомпонентных и многокомпонентных жидкостей для существующего способа подачи воздуха, дополненного фильтрующей системой. При этом скорость изменения относительных значений потери масс для предложенного «эжекторно-вихревого» способа подачи воздуха существенно выше для всех исследуемых жидкостей. Зависимость изменения относительных значений

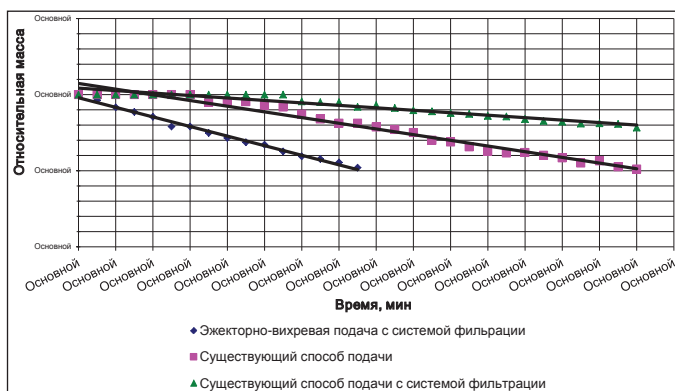


Рис. 8. Зависимость потери массы воды при исследуемых схемах подачи приточного воздуха

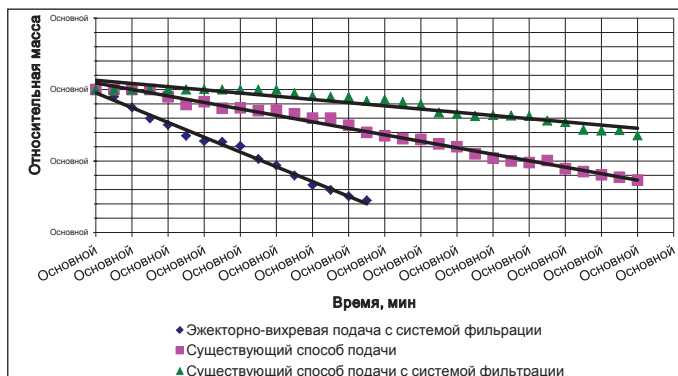


Рис. 9. Зависимость потери массы толуола при исследуемых схемах подачи приточного воздуха

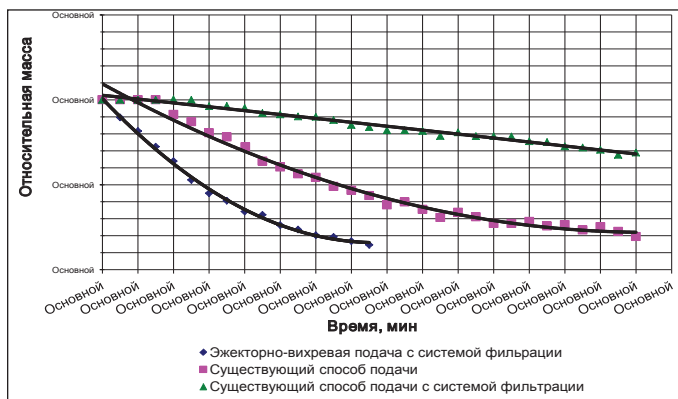


Рис. 10. Зависимость потери массы бензина АИ-92 при исследуемых схемах подачи приточного воздуха

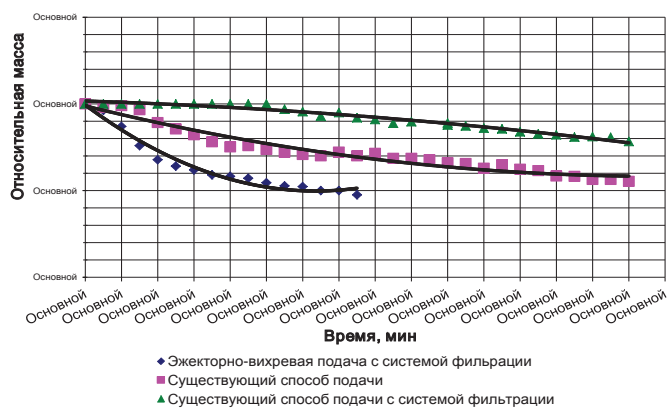


Рис. 11. Зависимость потери массы дизельного топлива при исследуемых схемах подачи приточного воздуха

потерь массы является линейной для однокомпонентных жидкостей и нелинейной – для многокомпонентных.

### Выводы

Для повышения экологической безопасности дегазации резервуаров обоснована необходимость применения фильтрующих систем при дегазации резервуаров. Разработан экспериментальный стенд геометрически

подобный промышленному резервуару РВС-5000, который позволил оценить экологическую опасность процесса принудительной вентиляции и изучить закономерности процесса вентиляции резервуаров с остатками нефтепродуктов. Разработан новый эжекторный способ подачи воздуха во внутреннее пространство резервуаров, на основании которого создана новая технология принудительной вентиляции резервуаров;

### Литература

1. Статистический ежегодник «Украина в цифрах». Государственный комитет статистики Украины. – К., 2014. – 600 с.
2. Ларионов В.И. Оценка и обеспечение безопасности объектов хранения и транспортировки углеводородного сырья [Текст] / В.И. Ларионов. – СПб.:ООО «Недра», 2004. – 190 с.
3. Временная инструкция по дегазации резервуаров от паров нефтепродуктов методом принудительной вентиляции. Утв. Госкомнефтепродуктом РСФСР 08.09.1981 г. – М. : Стройиздат, 1982. – 32 с.
4. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М.В. Бесчастнов. – М.: Химия, 1991. – 430 с.
5. Инструкция по зачистке резервуаров от остатков нефтепродуктов. Утв. Госкомнефтепродуктом СССР 10.11.89. – М. : Стройиздат, 1990. – 41 с.
6. EU (1994). European Parliament and Council Directive 94/63/EC of 20 December 1994 on the control of volatile organic compound (VOC) emissions resulting from the storage of petrol and its distribution from terminals to service stations [Текст] Official Journal L 365. 1994.
7. European Commission (2006). Integrated Pollution Prevention and Control Best Available Techniques on Emissions from Storage, July 2006.
8. AEAT (2001). Measures to reduce emissions of VOCs during loading and unloading of ships in the EU [Текст] Report No AEAT/ENV/R/0469 Issue 2 – AEA Technology, Abingdon. 2001.
9. CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). Environmental Code of Practice for Vapour Recovery in Gasoline Distribution Networks. Prepared by the National Task Force on Vapour Recovery in Gasoline Distribution Networks [Текст] – CCME. Canada. 1991
10. Yinchang Li. Experimental study on inert replacement ventilation of oil vapor in oil tank [Текст] / Yinchang Li, Yang Du, Peili Zhang // Department of Petroleum Supply Engineering, Logistical Engineering University, Chongqing 401311, China. – 2012. – 45. – С. 546-551
11. Robinson M. Recommendations for the design of push-pull ventilation systems for open surface tanks [Текст] / M. Robinson, D.B. Ingham // The Annals of Occupational Hygiene. – 1996. – 6. – С. 693–704
12. Fardell P.J. The evaluation of an improved method of gas-freeing an aviation fuel storage tank [Текст] / P.J. Fardell, B.W. Houghton // Journal of Hazardous Materials. – 1976. – 1(3). – С. 237–251
13. Выбор технических средств для сокращения потерь нефтепродуктов от испарения из резервуаров и транспортных емкостей. Методическое пособие / И.С. Бронштейн, В.Ф. Вохмин, В.Е. Губин, П.Р. Ривкин. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1969. – 182 с.
14. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Утв. Госкомитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 04.08.86. – СПб ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ. – 1986. – 79 с.
15. Кулагин А.В. Прогнозирование и сокращение потерь бензинов от испарения из горизонтальных подземных резервуаров АЗС / А.В. Кулагин. – Уфа, Спектр, 2003. – 154 с.

## ВЛИЯНИЕ ШЛАМОВЫХ МАССИВОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ

Трохименко А.Г., Ященко Ц.Р., Магась Н.И.  
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова  
просп. Героев Сталинграда, 9, 54025, г. Николаев  
antr@ukr.net

Рассмотрены основные сферы использования красного шлама. Охарактеризовано состояние шламового хозяйства Николаевского глиноземного завода (НГЗ), дана оценка основных видов воздействия шламонакопителей на окружающую природную среду. *Ключевые слова:* НГЗ, глинозем, шламохранилище, окружающая среда, красный шлам.

**Вплив шламових масивів на навколишнє середовище і оцінка можливості їх фіто-мелиорації.** Трохименко А.Г., Ященко Ц.Р., Магась Н.І. Розглянуто основні сфери використання червоного шламу. Охарактеризовано стан шламового господарства Миколаївського глиноземного заводу (МГЗ), дана оцінка основних видів впливу шламонакопичувачів на навколишнє природне середовище. *Ключові слова:* МГЗ, глинозем, шламосховищ, навколишнє середовище, червоний шлам.

**The influence of sludge arrays on the environment and the assessment of capability for their phytomelioration.** Trokhimenko A., Yashchenko T., Magas N. The article deals with the main spheres of application of red mud. The condition of the Nikolaev Alumina Plant Tailings Management Facility is defined. The main types of the impact of tailings ponds on the environment are estimated. The dangers and the possible precautions against them are described. *Keywords:* NGZ, alumina, sludgedump, environment, redmud.

Сохранение экосистем окружающей среды от разрушительного воздействия промышленных технологий является важнейшей проблемой экологии. Чрезвычайную опасность представляют шлаконакопители этих предприятий, которые несут угрозу возникновения техногенной катастрофы аналогичной аварии на металлургическом предприятии по производству алюминия Ajkai Timfoldgyar Zrt (Венгрия) в октябре 2010 г. [1]. Только за 2012 год на НГЗ уже 2 раза (в феврале и марте) произошло распыление шлама из шламохранилища № 2, подвергая опасности здоровье

людей, проживающих на прилегающих территориях. Но, несмотря на это в Украине пока даже на бумаге нет проектов по утилизации красных шламов. Все они считаются достаточно дорогими и поэтому нецелесообразными. Модернизация этих предприятий не проводилась уже много лет, а отходы их производства (в частности, красные шламы НГЗ 1,2 млн тонн/год) накапливаются и складываются в шламохранилищах (соотношение сухих отходов предприятия и жидких 50 % на 50 %) [2]. Цель статьи – охарактеризовать состояние шламового хозяйства НГЗ, основные виды

воздействия шламонакопителей на окружающую природную среду, показать наиболее перспективные методы переработки красного шлама, преимущества и недостатки его использования, предложить мероприятия по устранению опасностей при эксплуатации шламохранилищ.

Николаевский глиноземный завод имеет два шламохранилища (рис. 1). Шламонакопитель № 1 представляет собой искусственно созданную емкость общей площадью 188 га предназначенную для складирования шлама и освещенной обратной воды с учетом атмосферных осадков. Объем накопления шлама красного (глиноземного производства), образующийся в термических процессах металлургии алюминия по состоянию на 01.01.10 г. составляет

26635585,28 тонн. Шламохранилище относится к гидротехническим сооружениям наливного типа и классифицируется как гидродинамически опасное. В правительственном решении о строительстве НГЗ предусматривалась полная его переработка с началом эксплуатации завода. Но это не было осуществлено. Шламохранилище уже близко к наполнению и проблема вторичного использования шлама стоит очень остро. На сегодня оно эксплуатируется как технологический водоем оборотного водоснабжения [3].

Шламонакопитель № 2 представляет собой искусственно созданную емкость общей площадью 112 га, предназначенную для «сухого» складирования красного шлама. Емкость сооружения 27,8 млн м<sup>3</sup>, срок эксплуатации – 24,9 года. Шламохранилище

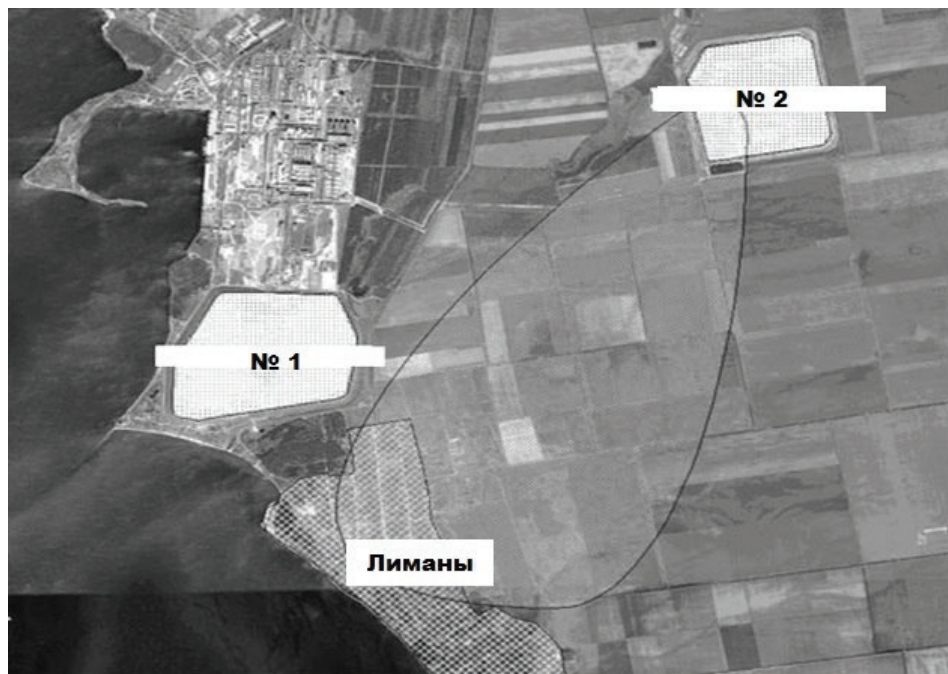


Рис. 1. Шламонакопители НГЗ



с 2008 года эксплуатируется по своему прямому назначению и заполнено примерно на 15% [4].

Пока осуществляется только прямое использование шлама в качестве сырья для получения некоторых продуктов. Так, за прошлый год НГЗ было реализовано около 216 тыс. т такого шлама – в основном для производства цемента и минеральных удобрений. А учитывая невысокое остаточное количество железа, его использовали только на Мариупольском меткомбинате им. Ильича.

В результате анализа определены основные сферы использования красного шлама НГЗ (рис.2). Наиболее перспективной областью использования шламов является черная металлургия. Красный шлам здесь используют как

железосодержащее сырье в доменном процессе, а также в качестве добавки при изготовлении окатышей из железорудного концентрата. При этом окатыши обогащаются железом на 0,23%, что эквивалентно повышению производительности доменной печи на 0,6% [5].

Весь жизненный цикл проекта шламохранилища представляет собой последовательность этапов:

1) подготовительные работы (освобождение территории строительства от имеющихся на ней лесонасаждений, перенос и переустройство существующих инженерных сетей, снятие плодородного слоя грунта);

2) строительство объекта, включает обустройство ложа шламохранилища, отсыпка первичной и защит-

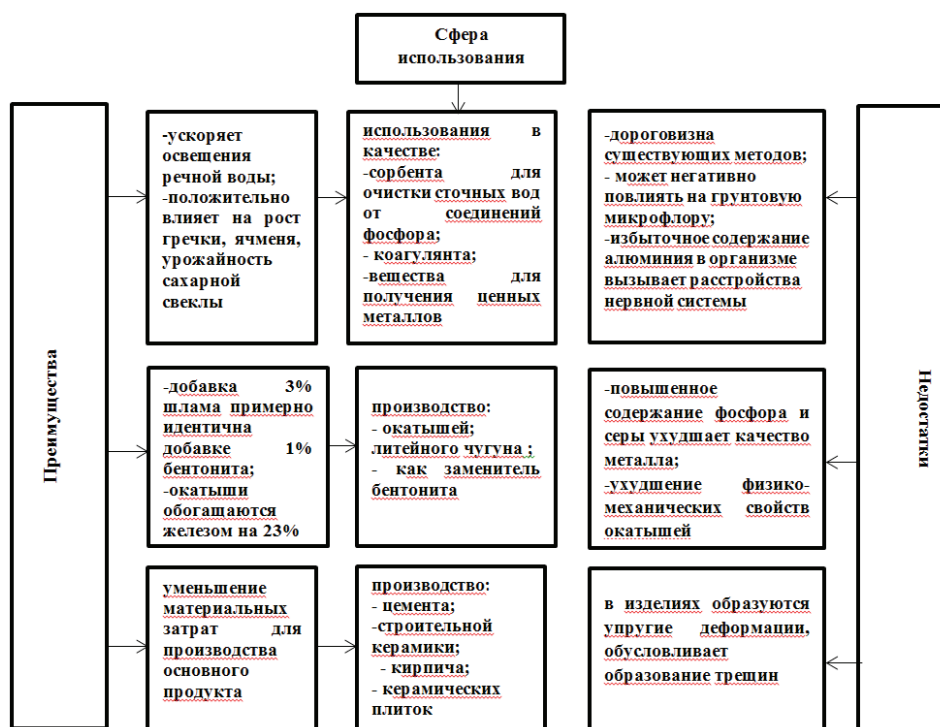


Рис. 2. Преимущества и недостатки использования красного шлама

ной дамбы, строительство дренажной системы, прокладка коммуникаций (шламопроводов и пульпопроводов), строительство дорог и т.д.;

3) эксплуатация шламоохранилища, рассчитана на 25 лет;

4) консервация (ликвидация) шламоохранилища с последующей рекультивацией.

Каждый этап реализации проекта исследован с точки зрения его потенциального воздействия на компоненты окружающей среды, к которым относятся поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, почвы, растительный и животный мир, местное население [6].

При анализе были определены наиболее чувствительные компоненты окружающей среды, а также выявлены основные источники негативных воздействий на различных этапах реализации проекта.

Основные виды потенциального влияния на запланированной территории объекта:

- изъятие земель, в том числе сельскохозяйственного назначения;
- преобразование рельефа местности и нарушения ландшафта;
- уничтожение растительности в пределах ведения строительства и эксплуатации шламоохранилища;
- изменение условий питания и разгрузки подземных вод;
- загрязнение подземных и поверхностных вод;
- загрязнения воздушного бассейна;
- шумовое воздействие на окружающую среду;
- загрязнения и ухудшения качества почв;
- образование дополнительных отходов при строительстве.

Предварительные оценки показали, что наиболее значительное влияние на окружающую среду следует ожидать на стадии:

1) строительства шламоохранилища:

- изъятие земель, в том числе сельскохозяйственного назначения;
- преобразование рельефа местности и нарушение ландшафта, что, в свою очередь, повлечет уничтожение водных объектов, флоры и фауны в пределах зоны строительства шламоохранилища;
- шумовое загрязнение

2) эксплуатации шламоохранилища:

- влияние шламоохранилища на гидродинамический режим подземных вод, что может привести к изменению условий питания и разгрузки подземных вод и повышению их уровня;
- влияние на гидрологический режим поверхностных вод с повышением уровня паводковых вод;

3) возникновение аварийных ситуаций – гидродинамическая авария, связанная с разрушением защитной дамбы шламоохранилища в период наводнения;

- авария связана с пылением красного шлама;
- авария с выбросами аэрозоля едкого натра.

Основные потенциальные опасности при эксплуатации шламонакопителей НГЗ и меры их предупреждения представлены на рис. 3. Проектными решениями строительства шламоохранилища № 2 по предотвращению загрязнения атмосферного воздуха мероприятия по недопущению возникновения указанных нештатных ситуаций не предусмотрены [7]. Перечисленные угрозы реальны и подтверждаются практикой эксплуатации шламонакопителей.



Рис. 3. Потенциальные угрозы во время эксплуатации шламохранилищ НГЗ и меры их предотвращения

Исследованиями за рубежом установлено, что восстановление нарушенных земель шламонакопителей путем создания на них фитоценозов позволяет практически полностью прекратить пыление их поверхности (до 85%) [8]. Этапы проведения фитомелиорации на шламохранилищах показаны на рисунке 4.

На основании изучения процесса естественного зарастания, опыта биологической рекультивации шламохранилищ и опытно-промышленных испытаний на шламохранилищах НГЗ рекомендованы следующие виды культур: тростник южный,

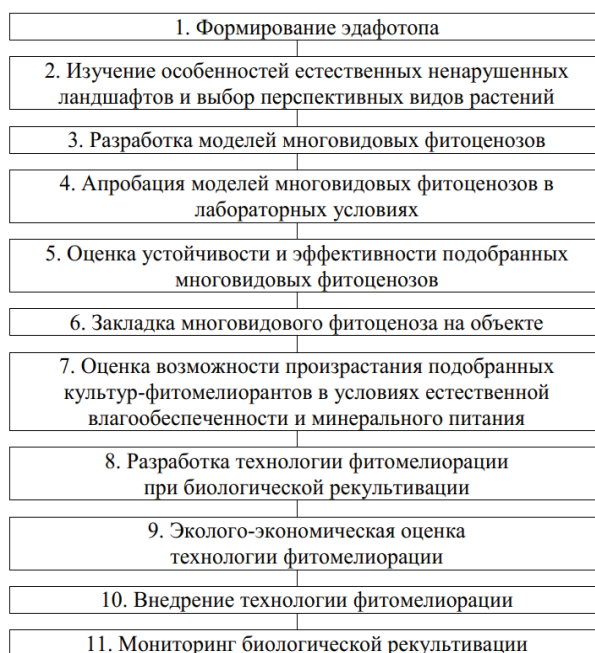


Рис. 4. Этапы создания искусственного фитоценоза на шламонакопителях

волосняк кистевой, колосник черно-морский, пырей удлинённый, рогоз широколистый и рогоз узколистый, камыш озерный и клубнекамыш приморский.

Многими исследованиями установлено, что эти растения не только не прихотливы к условиям природной среды, но и способны выживать в условиях интенсивных промышленных загрязнений и при этом обладают уникальной способностью аккумулировать в своих тканях растворенные в воде химические вещества и тем самым очищать почвенную среду.

Для биологического закрепления пляжной зоны действующих шламохранилищ наиболее целесообразным и экономически выгодным является создание чистых культур из тростника южного, который для этой территории является самым распространенным растением.

Биологические особенности строения и развития тростника таковы: полые побеги тростника ежегодно отрастают от так называемых почек возобновления, образующихся на длинных трубчатых подземных корневищах. Корни толщиной 5-6 см имеют воздушные внутренние полости, которые позволяют тростнику приспосабливаться к низкому содержанию кислорода и высокому содержанию газов в почвах. Высокое содержание сероводорода, сульфидов в почвах, губительное для других растений, способствует более интенсивному развитию тростника. В течение одного сезона побеги тростника достигают 2-6 м высоты, а к осени отмирают. Важной биологической особенностью тростника является то, что при частичной засыпке стеблей в их узлах начинают пробуждаться спя-

щие почки и из них также образуются новые побеги, корни и корневища, т.е. интенсивность роста тростника опережает интенсивность складирования шламов, поэтому складирование новых слоев шламов не приводит к гибели тростника при достаточном уровне влажности. Заполнение секции шламами предполагается последовательно слоями 10 см одновременно с двух – трех рядом расположенных выпусков с ежесуточным переключением на дальнейшую группу выпусков. Температура нагрева шламов солнечными лучами в травостоях в два раза ниже, чем на открытых участках. При снижении температуры нагрева шламы меньше высушиваются и сохраняют определенный запас влаги, что также снижает пыление [9].

В результате анализа рассмотренных мероприятий можно сделать вывод, что с экологической точки зрения биологический метод закрепления эродируемых поверхностей является наиболее прогрессивным и перспективным. Однако такое укрепление поверхности остается пока очень трудоемким, дорогостоящим и «чувствительным» к природно-климатическим условиям. Кроме того, учитывая значительную стоимость работ, с помощью биологического метода целесообразно укреплять только отстроенные (погашаемые) поверхности. Поэтому биологическую рекультивацию поверхности эксплуатируемых шламохранилищ можно рекомендовать лишь для наружных откосов нижних ярусов. Широкое промышленное внедрение биологического метода закрепления шламохранилищ в практике сдерживается отсутствием средств механизации.

### Выводы

- Представленные основные сферы использования красного шлама НГЗ, определены недостатки и преимущества использования, указана наиболее перспективная сфера – черная металлургия.
- Шламохранилища находятся в удовлетворительном состоянии и требуют улучшения системы пылеподавления для предотвращения аварийных ситуаций. Шламохранилище №1 нуждается в рекультивации.
- Приведены основные потенциальные угрозы во время эксплуатации

шламохранилищ НГЗ, указаны меры по их предотвращению.

- Закрепление пылящих шламо-накопителей посевом трав и посадкой растительности позволяет устранить ветровую эрозию, активизировать почвообразовательный процесс, улучшить микроклимат и экологические условия шламохранилища.
- Наиболее целесообразным и экономически выгодным для фито-рекультивации шламохранилищ НГЗ является создание чистых культур из тростника южного.

### Литература

1. Из-за катастрофы в Венгрии в Украине начинается внеплановая проверка двух крупных заводов [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://telegraf.by/2010/10/iz-zakatastrofiyvengrii>.
2. Акт перевірки шламонакопичувачів ТОВ «Миколаївський глиноземний завод» міжвідомчою комісією. – 21.10.2010. – №4040/05-49. – С. 2-3.
3. Паспорт потенційно небезпечного об'єкта «Шламонакопичувач №1 глиноземного виробництва ТОВ Миколаївський глиноземний завод». – м. Миколаїв, 2008.
4. Система пылеподавления на шламохранилище № 2 при складировании шламов «сухим способом». Проект. ОАО «Николаевский глиноземный завод». – Санкт-Петербург, 2005. – 19 с.
5. Корнеев В.И., Сусс А.Т., Цеховой А.И. Красные шламы (свойства, складирование, применение). – М.: Металлургия, 1991. – 144 с.
6. Методические рекомендации по возведению ограждающих сооружений хвостохранилищ в процессе отвалобразования. – К: АП НИИСП, 1992. – 51 с.
7. Горянов Е.И., Чураевська Н.М., Кузьмин В.В. ООО Николаевский глиноземный завод. Шламохранилище № 2. Система гидротранспорта и обратного водоснабжения. -Харьков, 2005. – С.11-19.
8. Гурина И. В. Проблемы биологической консервации золоотвалов теплых электростанций / Гурина И. В., Щиренко А. И. // Сб. трудов I Всерос. науч. конф. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и с.-х. производства» 18-19 марта 2009. – Краснодар, 2009. – С. 74-79.
9. Гурина И.В. О применении комплексных мелиораций при биологической рекультивации нарушенных земель / Гурина И.В. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 3. – С. 27-28.

---

---

# РОЗВИТОК ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ

---

---

УДК 502.72:504.06.7:712.3.025

## ОЦІНКА СТАНУ ПАРКІВ-ПАМ'ЯТОК САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА М. КИЄВА

Мележик О.В.

Відкритий міжнародний університет розвитку людини „Україна”  
вул. Львівська, 23, 03115, м.Київ  
o\_melezhyk@bigmir.net

Виконано комплексну еколого-естетичну оцінку 8 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення у м. Києві з позицій системи озеленення населених місць та природоохоронного законодавства, співставлено відповідність їх вимогам до таких територій. *Ключові слова:* парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва, озеленення, ландшафтний дизайн, природоохоронне законодавство.

**Оценка состояния парков-памятников садово-паркового искусства г. Киева.** Мележик О.В. Проведена комплексная эколого-эстетическая оценка 8 парков-памятников садово-паркового искусства общегосударственного значения в г. Киеве с точки зрения системы озеленения населенных пунктов и природоохоронного законодательства, сопоставлено соответствие их требованиям к таким территориям. *Ключевые слова:* парк-памятник садово-паркового искусства, озеленение, ландшафтний дизайн, природоохоронное законодательство.

**Assessment of parks-monuments of landscape art in Kyiv.** Melezhyk O. A comprehensive ecological and aesthetic assessment for 8 parks-monuments of landscape art of national importance in Kiev in the context of gardening of settlements and environmental legislation was carried out and their compliance with the requirements for such territories was compared. *Keywords:* park-monument of landscape art, gardening, landscape design, environmental legislation.

Вивчення сучасного стану парків-пам'яток садово-паркового мистецтва набуває актуальності у зв'язку зі стрімким ростом міських конгломератів та, відповідно, з потребою у рекреаційних територіях належного естетичного рівня для забезпечення потреб населення у комфортному та

змістовному відпочинку. Основними проблемами стану парків-пам'яток садово-паркового мистецтва є невідповідність їх сучасним умовам експлуатації та функціональному призначенню, оскільки значна частка їх створювалася як приватні комплекси або ж території з іншим господар-

ським призначенням. Тому на сьогодні актуальним питанням є проведення інвентаризації стану рекреаційних об'єктів та проведення комплексної реставрації та адаптації парків-пам'яток до сучасних умов експлуатації.

Особливе значення комплексна оцінка стану парків-пам'яток садово-паркового мистецтва має у зв'язку зі стартом проекту «Київські парки», який передбачає реконструкцію 23 парків міста. Проте при проведенні будь-яких опоряджувальних та реставраційних робіт у парках такого статусу важливим є дотримання критеріїв та норм відповідно до їх охоронного статусу.

Однак питання стану парків-пам'яток садово-паркового мистецтва у наукових публікаціях висвітлюються недостатньо. Найбільшу увагу вивченню стану парків-пам'яток, особливо старовинних, приділено у працях Ю.О. Клименка зі співавторами. [3-8] де у значному обсязі представлено інформацію з реконструкції старовинних парків як взірців ландшафтного мистецтва минулого.

**Мета роботи** – дослідження рослинного покриву та елементів озеленення основних рекреаційних територій м. Києва – парків-пам'яток садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення для оцінки питань естетичності та природоохоронної діяльності цих територій, визначення стилістичних напрямів планування та загальної оцінки естетичності ландшафтів парків-пам'яток, – провести інвентаризацію та аналіз основних елементів озеленення, комплексна еколого-естетична оцінка з визначенням перспективних заходів для покращення функціонального стану досліджуваних природоохоронних територій.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження проводили на 8 об'єктах садово-паркового господарства м. Києва, які мають статус парків-пам'яток садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення, де виконано флористичні дослідження ділянок різного планування та призначення, що зайняті культурною рослинністю, зафіксовано їх функціональні, санітарні та декоративні параметри. Відмічено наявність основних елементів ландшафтного дизайну, їх видовий склад та санітарно-функціональний стан, дано загальну оцінку естетичності та декоративності пейзажів, антропогенного тиску на територію.

Виявлення естетичних якостей ландшафту здійснювали шляхом естетичного оцінювання за адаптованою методикою К.І.Ерингса – А.-Р.А.Будрюнаса (1975) [1]. Для оцінювання ознак пейзажів застосовано бальну систему для порівняння естетичної цінності різних пейзажів реальних ландшафтів.

#### **Загальна характеристика системи парків м. Києва**

На сьогодні у місті існує 135 парків, 500 скверів та 78 бульварів. Серед парків 57 є безіменними та, відповідно, мають дуже низький рівень розвитку, озеленення, благоустрою та догляду. На території Києва зареєстровано 19 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва, з яких 8 мають статус загальнодержавних, 11 – регіональних та місцевого значення [9] (табл. 1).

Відповідно до ст. 37 Закону України „Про природно-заповідний фонд України” парки-пам'ятки садово-паркового-мистецтва є природоохо-

Таблиця 1

## Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва м. Києва

Парки-пам'ятки загальнодержавного значення	Площа, га	Парки-пам'ятки регіонального та місцевого значення	Площа, га
Володимирська гірка	10,6	Аскольдова Могила	20,5
Голосіївський парк		Вічної слави	7,3
імені М. Рильського	140	Кирилівський Гай	80
Маріїнський парк	10	Хрещатий	11,9
Нивки	30	Міський сад	10
Святошинський лісопарк	244	ім. Тараса Шевченка	5
Сирецький гай	92,7	ім. О. Пушкіна	23
Пуша-Водиця	11,73	Політехнічний	16
Феофанія	152	Кинь-Грусть	14
		Березовий гай	25
		Нивки (західна частина)	16

ронними об'єктами, основним призначенням яких є збереження, підтримання та відновлення паркових ландшафтних композицій, а також проведення екскурсій і масового відпочинку населення. Їх території також можуть використовувати і для проведення наукових досліджень. Природоохоронні функції поєднуються в них з історичними, культурними та естетичними [2; 8].

Відповідно до визначення, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва – це найбільш визначні та цінні зразки паркового будівництва, які використовуються в естетичних, виховних, наукових, природоохоронних та оздоровчих цілях [8].

Саме ці території і повинні бути у системі зелених насаджень міста еталонами ландшафтної архітектури, взірцями стилю та дизайну. Вони мають містити найкращі традиції та риси ведення садово-паркового господарства, відображати різні стилі та напрямки в культурі декоративного садівництва, бути еталонними зразками шедеврів ландшафтного дизайну.

Проте візуальні спостереження, дослідження видового складу та загальне оцінювання естетичності та декоративності цих територій свідчать, що площі переважної більшості територій парків-пам'яток садово-паркового мистецтва мають низькі якісні показники, під час сильно трансформовані, занедбані, знаходяться в жалюгідному стані.

Забезпечення охорони, утримання в належному стані, дотримання встановленого режиму використання парків-пам'яток покладається на адміністрації парків або на підприємства, установи та організації, на землях яких і у віданні яких знаходяться ці об'єкти.

В Україні на сьогодні серед 529 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва статус загальнодержавних мають лише 88, з яких лише 3 (Масандрівський, Місхорський та Лівадійський) мають спеціальну адміністрацію управління. Решта знаходяться у володінні різноманітних власників, на землях яких вони розташовуються. Багато парків взагалі не мають безпосередніх землекористу-



вачів, їх підпорядковано органам місцевого самоврядування. Відсутність спеціальних адміністрації призводить до того, що вони не забезпечуються належним доглядом за насадженнями та парковими спорудами [2].

Інтенсивна експлуатація парків, значне рекреаційне навантаження та недостатність догляду за насадженнями вносить суттєві зміни в загальну структуру цих природно-антропогенних комплексів. Для більшості парків-пам'яток актуальним є питання проведення реконструкції насаджень, спрямованої на збагачення видового складу, відновлення первинних ландшафтів, повернення домінуючої ролі тим видам, які склали його основу при створенні парку чи його розквіті.

Така ситуація викликає особливе занепокоєння, оскільки парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва є найбільш досконалим у естетичному відношенні видом перетвореного людиною ландшафту. Ці території є не лише місцем відпочинку та прогулянки, а й є рідними витворами мистецтва, які віддзеркалюють ставлення людини до природи і самі стають частиною довкілля.

### Планування території парків та їх естетична оцінка

На всіх досліджуваних об'єктах було визначено основні та допоміжні стилі планування. Досить часто у зв'язку з значною історією кожного парку досить складно визначити єдиний стиль планування території, оскільки в різні роки кожен парк-пам'ятка вже зазнавав реконструкцій, благоустрою, перепланування тощо. Проте головна частка парків, зазвичай, зберегла своє первісне планування (табл. 2).

Переважаючим стилем планування є ландшафтний, 6 парків із 8 оформлено відповідно до його правил та вимог. При цьому у 4 парках цей стиль планування є абсолютно домінуючим, тобто не зустрічається навіть елементів регулярного планування в партерній частині, ні в периферійній. Це, можливо, пояснюється складністю рельєфу та території, де знаходяться ці парки, оскільки для створення регулярного ландшафту необхідно було б ідеальне вирівнювання території, яке неможливо через географічне розташування Володимирської гірки, Нивок, Феофанії або ж через

Таблиця 2

Стилі планування парків-пам'яток садово-паркового мистецтва

Парк	Основний стиль планування	Додатковий стиль планування
Володимирська гірка	Ландшафтний	Елементи регулярного
Голосіївський парк імені М. Рильського	Регулярний	Ландшафтний
Маріїнський парк	Регулярний	Ландшафтний
Нивки	Ландшафтний	–
Святошинський лісопарк	Ландшафтний	–
Сирецький гай	Ландшафтний	–
Пуща-Водиця	Ландшафтний	–
Феофанія	Ландшафтний	Елементи регулярного

те, що парки є частиною великих лісових масивів, перетворення яких в регулярні не є доцільним та можливим, оскільки викликати грубий дисонанс між парковою та лісовою частинами (Святошинський, Пуща-Водиця). Сирецький Гай має ландшафтний стиль планування тому, що створений на місці розсадника декоративних культур, де планування місцевості взагалі відсутнє, а тому подальше створення культурної території відбувалося під впливом попередніх обставин.

Естетичні якості ландшафтів вивчаються в конкретних просторово-часових межах. Ці дослідження відрізняються високим ступенем суб'єктивності їх оцінювання. Тому важливим є виявлення об'єктивних ознак, що здатні впливати на споживача естетичної цінності природи. Естетичну оцінку ландшафтів парків було виконано за адаптованою методикою, відповідно до якої визначали суму балів естетичності (табл. 3).

Найвищу оцінку естетичності має парк Феофанія, оскільки він є найбільш новим, планування та озеле-

нення в ньому виконано із застосуванням останніх тенденцій та напрямків ландшафтного дизайну, використано нові підходи та широкий асортимент видів рослин та їх декоративних форм.

Найнижчу оцінку має парк Нивки, загальна територія якого занедбана, засмічена, на ній не виконуються ніякі ремонтні та опоряджувальні роботи. Територія парку є місцем масового відпочинку людей з високим ступенем антропогенного навантаження, але при цьому, з огляду на значну площу парку, в ньому дуже мало спеціально облаштованих місць для відпочинку – лавок, альтанок, бесідок, павільйонів тощо.

Святошинський лісопарк отримав посередню оцінку через значну лісистість території, яка перекриває доступ до відкритих просторів та перешкоджає сприйняттю ландшафту як цілісної структури. Відповідно, значна кількість деревних масивів є перепорою для створення декоративних композицій, краса яких найбільш повно розкривається на відкритих просторах.

Решта парків отримали оцінку вище середньої (36-45 балів), що

Таблиця 3

**Оцінка естетичності ландшафтів  
парків-пам'яток садово-паркового мистецтва**

Парк	Кількість критеріїв оцінки	Кількість балів оцінки
Володимирська гірка	24	38
Голосіївський парк імені М. Рильського	24	45
Маріїнський парк	24	40
Нивки	24	28
Святошинський лісопарк	24	32
Сирецький гай	24	52
Пуща-Водиця	24	36
Феофанія	24	54
Модельний ландшафт (ідеальний)	24	60

зумовлено відсутністю певних елементів ландшафтного дизайну, низькою якістю покриттів доріжок та постійним перенесенням площ квітників, що призводить до порушення трав'яного покриття, його неоднорідності та невіривності.

Отже, загалом парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва м. Києва мають задовільний та добрий стан, що, відповідно, відображається на їх рекреаційній здатності та виконанні ними своїх функцій як територій культурного, просвітницького, оздоровчого та природоохоронного спрямування.

#### Основні елементи озеленення

Аналіз основних елементів озеленення досліджуваних територій парків показав, що розміщення основних об'єктів благоустрою по площі території є досить нерівномірним. Найближчим до оптимального є значення Голосіївського парку та Феофанії. Найбільш розбалансованим є Святошинський парк та Пуща-

Водиця, оскільки за своїм походженням це лісові масиви, що і вносить суттєві зміни в загальний розподіл (табл. 4).

У переважній більшості досліджуваних територій надзвичайно мало використовуються елементи квіткового оформлення, особливо його високо декоративні форми – клумби, рабатки, арабески тощо. Також у більшості парків порушена кількість площ, зайнятих газонними покриттями, вони заміщені на звичайну трав'янисту рослинність найнижчого лісового ярусу, що є недопустимим у парках-пам'ятках садово-паркового мистецтва. Виключенням є Феофанія, де практично на всій території парку створено нові газонні покриття, які ще не набули максимуму свого розвитку та, відповідно, функціональних та естетичних властивостей. Також біля норми утримується площа газонних покриттів у Голосіївському парку, особливо в його партерній частині газонні покриття є сформованими, доглянутими та займають практично

Таблиця 4

Розподіл основних елементів озеленення

Парк	Зелені насадження			Доріжки та площадки	Будівлі та споруди
	Дерева, кущі	Квітники	Газони		
Володимирська гірка	50	1	40	25	3
Голосіївський парк імені М. Рильського	30	5	80	30	10
Маріїнський парк	80	1	65	5	5
Нивки	60	1	–	15	3
Святошинський лісопарк	90	–	–	5	1
Сирецький гай	70	10	60	15	5
Пуща-Водиця	80	1	–	10	3
Феофанія	40	10	80	20	10

весь вільний прості, слугуючи фоном для всіх ландшафтно-архітектурних композицій.

Детальний аналіз елементів озеленення парків показав, що всі досліджувані території різняться за своїм складом та флористичним наповненням декоративних елементів.

**Алеї.** Алеї та лінійні насадження є невід'ємним компонентом регулярних насаджень, обов'язковим насадженням уздовж бульварів, доріжок тощо. Проведені визначення алейних та лінійних насаджень на території парків та їх оцінка естетичності за 5-бальною шкалою представлено в таблиці 5.

У Святошинському парку та Пуща-Водиці практично повністю відсутні відмінні за якісними показниками алейні та лінійні насадження, що значно знижує декоративну та естетичну цінність цих рекреаційних територій. Найбільш наближеними до оптимальних є Феофанія та Голосіївський парк. Найбільш бідно (повністю відсутні) алеї та лінійні насадження у Святошинському парку та Пуща-Водиці.

З одного боку, така ситуація пояснюється тим, що більшість парків мають переважно ландшафтний стиль проектування своєї території, тоді як лінійні насадження та алеї є елементами регулярного пейзажу. З іншого боку, у парках-пам'ятках садово-паркового мистецтва, як найбільш видатних зразків ландшафтно-майстерності, ці елементи повинні бути представлені хоча б у основній партерній частині.

**Живоплоти.** Живоплоти є невід'ємним елементом майже кожного саду або парку. Їх використовують для позначення границь саду або окремих його частин, маскуванню будь-якої частини або будівлі від сторонніх поглядів. Вони можуть служити захистом від вітру й забезпечувати кращі умови для вирощування у відкритому ґрунті ніжних рослин, що гинуть без подібного захисту. Часто можуть використовуватися як фон для багатьох красиво квітучих трав'янистих рослин. І, нарешті, рослини, що формують живопліт, нерідко самі представляють значний декоративний інтерес. Цим цілям можуть із успіхом служити огорожі, вирощувані як

Таблиця 5

**Наявність алейних та лінійних насаджень у парках-пам'ятках садово-паркового мистецтва**

Парк	Алеї	Оцінка	Лінійні насадження	Оцінка
Володимирська гірка	+	3	–	3
Голосіївський парк імені М. Рильського	+	4	+	5
Маріїнський парк	+	4	+	4
Нивки	+	3	–	–
Святошинський лісопарк	–	–	–	–
Сирецький гай	+	5	+	4
Пуща-Водиця	–	–	–	–
Феофанія	+	5	+	5

у природній, так і в штучній формах, створених спеціальними прийомами. Аналіз наявності, різновидів та декоративного стану живоплотів показав невтішний результат (табл. 6).

Аналіз узагальнених результатів засвідчив, що живоплоти у різних своїх формах представлені вкрай бідно. Святошинський парк взагалі не має живоплотів на своїй території. Значна кількість парків – 4 парки (Володимирська гірка, Маріїнський, Нивки, Пуща-Водиця) мають лише класичні живоплоти, які при цьому не часто підстригаються, є зрідженими, не мають належної густоти та наповненості. Формування відбувається лише в одній формі – прямокутній. Повністю відсутній художній підхід до формування живих огорож.

Феофанія та Голосіївський парк мають найбільше представлення живих огорож у своєму озелененні, які до того ж мають відносно нормальну якість, регулярно піддаються формуванню та догляду.

У Сирецькому парку живоплоти представлені посередньо, є бордюри

навколо квітників та групових деревних насаджень, якість живоплотів та бордюрів задовільна.

Видовий склад живоплотів показав надзвичайно бідну представленість. Основна маса живоплотів сформована 3-4 видами деревних та кущових рослин. Це самшит вічнозелений, граб звичайний, туя західна, свидина біла. Бордюри ж сформовані лише самшитом вічнозеленим, тоді як світова практика формування зелених огорож наводить біля 40 видів рослин, придатних для створення високоякісних живоплотів, у тому числі і красивоквітучих.

**Вертикальне озеленення.** Вертикальне озеленення покликане виділити вхід у яку-небудь нову зону або декорувати і замаскувати непривабливі будівлі, затримати пил і понизити рівень шуму, захистити ніжніші рослини від негоди, максимально представити декоративний ефект витких рослин.

Оригінальним рішенням при облаштуванні вертикального саду є перголи, повиті різними рослинами

Таблиця 6

## Аналіз живоплотів у в парках-пам'ятках садово-паркового мистецтва

Парк	Бордюри	Оцінка	Живоплоти	Оцінка	Зелені стіни	Оцінка
Володимирська гірка	–	–	+	3	–	–
Голосіївський парк імені М. Рильського	+	4	+	4-5	+	4
Маріїнський парк	–	–	+	3-4	–	–
Нивки	–	–	+	2	–	–
Святошинський лісопарк	–	–	–	–	–	–
Сирецький гай	+	5	+	4-5	–	–
Пуща-Водиця	–	–	+	4	–	–
Феофанія	+	5	+	5	+	4-5

(дівочий виноград, виноград плодоносний, клематиси, жимолость, ожина, лимонник, актинідія, троянди, однорічні ліани).

При інвентаризації елементів озеленення парків-пам'яток садово-паркового мистецтва встановлено, що вертикальне озеленення представлено вкрай бідно (табл. 7).

Отже, лідером з наявності елементів вертикального озеленення є парк Феофанія, з огляду на час його реконструкції та масштаби розвитку.

У решти парків цей вид озеленення представлений вкрай бідно, хоча його декоративні властивості та можливість є дуже високими.

За цим показником сім парків-пам'яток одержали найнижчу оцінку за рівнем декоративності – 1 (0) бал(ів).

**Квітники.** Один із видів композицій з квітучих рослин і декоративних трав – квітник. Квітник – потужний прийом в організації простору на ділянці. Саме квітники допомагають, з одного боку, зробити акценти в садовій композиції, внести «родзинку», а з іншого боку – сховати наявні недоліки. Квіткове оформлення пар-

ків-пам'яток садово-паркового мистецтва показано у табл. 8.

Квіткове оформлення як найбільш декоративний вид озеленення будь-якої території представлений вкрай бідно. Цей недолік також суттєво знижує цінність досліджуваних парків як рекреаційних та природоохоронних об'єктів.

Найбільш повно квіткове оформлення представлено в Голосіївському парку, особливо в його партерній та фасадній частинах. Це різноманітні варіанти квіткового оформлення, які щороку змінюють своє наповнення, не змінюючи при цьому свого розташування.

У Маріїнському парку також квіткове оформлення представлено різними видами, але квітники не мають свого постійного місця, а кожного року створюються на різних місцях. Це призводить до регулярного порушення ґрунтового та трав'яного покриву, зниження декоративності газонного покриття та ускладнення роботи з декоративним оформленням парку, витрачання непотрібних зусиль на закладання нових квітників.

**Деревні та кущові насадження.** Наявність деревних

Таблиця 7

Оцінка вертикального озеленення парків-пам'яток садово-паркового мистецтва

Парк	Вертикальне озеленення	Перголи	Трельяжі
Володимирська гірка	–	–	–
Голосіївський парк імені М. Рильського	+	–	–
Маріїнський парк	–	–	–
Нивки	–	–	–
Святошинський лісопарк	–	–	–
Сирецький гай	+	+	–
Пуща-Водиця	–	–	–
Феофанія	+	–	+

Таблиця 8

## Квіткове оформлення парків-пам'яток садово-паркового мистецтва

Парк	Клумба	Рабатка	Арабеска	Контейнери	Міксбордер	Бордюр	Килим	Квіткова група	Квітковий масив
Володимирська гірка	-	-	-	+	+	-	-	+	-
Голосіївський парк імені М. Рильського	+	+	-	+	+	+	-	-	-
Маріїнський парк	-	-	-	+	+	+	+	-	-
Нивки	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Святошинський лісопарк	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сирецький гай	-	-	-	+	+	+	+	-	-
Пуща-Водиця	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Феофанія	+	+	-	-	+	-	-	-	-

та кущових насаджень, а особливо їх декоративних комплексів та поєднань, є обов'язковим та невід'ємним елементом садово-паркових композицій. Деревні рослини є основою будь-якого об'єкту озеленення, а особливо за сучасної

кількості різновидів, форм та культурварів деревних та кущових рослин які здатні формувати неповторні та високоестетичні декоративні форми.

У таблиці 9 представлено результати аналізу деревно-кущових насаджень досліджуваних територій.

Таблиця 9

## Аналіз деревних насаджень парків-пам'яток садово-паркового мистецтва

Парк	Солітери	Деревні групи	Деревні масиви	Кущові групи	Деревно-кущові групи	Гаї	Моносади
Володимирська гірка	+	-	+	+	-	-	-
Голосіївський парк імені М. Рильського	+	+	+	+	+	-	-
Маріїнський парк	+	-	+	+	-	-	-
Нивки	-	-	-	+	-	-	-
Святошинський лісопарк	-	-	+	+	+	+	-
Сирецький гай	+	+	+	+	+	-	+
Пуща-Водиця	+	-	-	+	+	-	-
Феофанія	+	+	-	+	+	-	+

Отже, деревні насадження у парках-пам'ятках представлені відносно добре, особливо з огляду на використання в озелененні високодекоративних форм різних деревних та кущових рослин. Найбільш бідно деревні комплекси представлені у парку Нивки, де основу рослинності становлять лісові насадження які за ступенем свого окультурення підпадають під деревні масиви. Решта елементів деревно-кущових насаджень тут не представлена взагалі.

Найбільш повноцінними є Феопанія, Голосіївський парк та Сирецький гай, що пояснюється ступенем догляду за територією, її рекреаційним попитом та рівнем природоохоронної діяльності.

Дуже мало представлені солітери, що пов'язано саме з відсутністю великої кількості відкритих просторів у більшості досліджуваних територій. Аналогічна ситуація і з гаями, які є суцільними деревними масивами, що не перерізаються стежками. Такий варіант озеленення мав би бути при-

сутнім в ландшафтних парках, проте його використання мінімізоване.

### Флористичний аналіз насаджень

Важливим аспектом використання деревних рослин в озелененні населених територій є їхній видовий склад, оскільки хвойні та листяні породи рослини по-своєму впливають на загальний еколого-санітарний стан довкілля. У таблиці 10 представлено загальну частоту трапляння деревних рослин кожної групи в парках-пам'ятках садово-паркового мистецтва.

Отже, представленість листяних та хвойних порід деревних рослин є високою, що пояснюється специфікою лісових насаджень, якими власне і є більшість досліджуваних територій. При цьому використання деревних рослин є ширшим, ніж кущових. Кущові насадження представлені в більшості природними видами рослин, які формують другий та третій яруси у лісових насадженнях.

Таблиця 10

#### Частота трапляння хвойних та листяних дерев в досліджуваних об'єктах

Парк	Хвойні			Листяні		
	Дерева	Кущі	Декоративні форми	Дерева	Кущі	Декоративні форми
Володимирська гірка	+	-	+	+	+	-
Голосіївський парк імені М. Рильського	+	+	+	+	+	+
Маріїнський парк	+	+	+	+	+	+
Нивки	+	-	-	+	+	-
Святошинський лісопарк	+	-	-	+	+	-
Сирецький гай	+	+	+	+	+	+
Пуца-Водиця	+	+	-	+	+	-
Феопанія	+	+	+	+	+	+



У парках-пам'ятках мало представлені декоративні форми як однієї, так і іншої групи рослин. Це є важливим фактором суттєвого зниження естетичної та природоохоронної цінності цих об'єктів, оскільки, відповідно до свого енциклопедичного визначення, вони є кращими зразками садово-паркового мистецтва, а, отже, повинні відображувати найкращі риси ландшафтного проектування, втіленого в природних об'єктах.

Найбільші репрезентативні показники мають Голосіївський парк, Сирецький гай та Феофанія. На Володимирській гірці та в Маріїнському парку представленість декоративних форм рослин є одиничною.

Як показує флористичне дослідження їхнього видового складу, то на сьогодні в парках-пам'ятках садово-паркового мистецтва зростає 249 таксонів деревних рослин з 18 родин та 23 родів. Загальна кількість декоративних таксонів – 25, з яких хвойні мають переважну більшість форм та культиварів, особливо це представлено в парку Феофанія та Сирецькому парку. Листяні деревні рослини представлені 4 декоративними формами. Значна частина парків-пам'яток (Нивки, Святошинський, Пуща-Водиця) взагалі мають низький рівень видового різноманіття, представлені в більшості природними деревними насадженнями без ознак окультурення навіть партерної частини парків.

### Висновки

З огляду на комплексну оцінку сучасного стану парків-пам'яток садово-паркового мистецтва можна стверджувати, що на сьогодні всі вони мають посередній та незадовільний еколого-естетичний стан та прак-

тично не відповідають визначенню та нормам поняття „парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва”.

Відповідно до положень природоохоронного законодавства України, більшість цих територій підлягає виведенню із статусу охоронних територій, проте такий вихід є неефективним та недоцільним. Виходячи з виключно важливої ролі зелених насаджень в урбоекосистемах, а також з необхідності дотримання радіально-кругової системи планування та формування зелених насаджень, актуальним, важливим та терміновим є глобальне реконструювання більшості парків-пам'яток м. Києва.

Загальна оцінка та критерії внесення парків-пам'яток садово-паркового мистецтва до переліку заповідних та охоронних територій є комплексним показником, кожен елемент якого є важливим у функціональному, екологічному та естетичному аспектах. Тому для досягнення досліджуваними територіями належного еколого-естетичного, санітарного та природоохоронного рівня необхідним є підвищення всіх показників, які формують їхню загальну оцінку.

Наведені експериментальні оцінки рівня озеленення та загального благоустрою територій парків-пам'яток садово-паркового мистецтва, дають підстави відносити їх до перспективних для проведення ряду оздоровчих, реконструктивних та опоряджуваних робіт.

Відповідно до даних дослідження можна сформулювати „рейтинг” парків-пам'яток садово-паркового мистецтва:

1. Феофанія.
2. Парк ім. М. Рильського (Голосіївський парк).

3. Сирецький гай.
4. Маріїнський парк.
5. Володимирська гірка.
6. Пуща-Водиця.
7. Парк Нивки.
8. Святошинський лісопарк.

Проте, незважаючи на високі позиції в рейтингу, перша „трійка” парків також потребує виконання ряду робіт, які б призвели до дотримання вимог щодо функціонування парків-пам’яток садово-паркового мистецтва.

Отже, для досягнення належного культурного, естетичного рівня та забезпечення дотримання природоохоронного законодавства всі парки-пам’ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення повинні підлягати реконструкції та відновленню із залученням сучасних тенденцій та напрямків ландшафтного дизайну та використанням сучасних засобів та способів озеленення територій.

#### Література

1. Борейко В.Е. Введение в природоохранную эстетику. – К.: Киевский эколого-культурный центр, 1999. – 128 с.
2. Заповідна справа в Україні / За заг. ред. М.Д. Гродзинського, М.П. Стеценка. – К.: Географіка, 2003. – 306 с.
3. Клименко Ю.А. Кузнецов С.И. Рекомендации по изучению и восстановлению насаждений памятников истории и культуры. – Киев: Центр. республ. ботан. сад АН УССР, 1991. – 19 с.
4. Клименко Ю.О. Еколого-біологічні основи відновлення старовинних парків Полісся та Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук: спец. 06.03.01 "лісові культури та фітомеліорація" – Львів, 2012. – 32 с.
5. Клименко Ю.О., Кузнецов С.І. Біологічні аспекти відновлення історичних садово-паркових ландшафтів України // Пам’ятки та визначні місця Шевченківського краю. Проблеми охорони та дослідження. Тези доповідей науково-практичної конференції. – Канів, 1997. – С. 76-80.
6. Кузнецов С.І., Клименко Ю.О. Старовинні парки України як синтез природного середовища і культурної спадщини // Природа. Людина. Етнос. Тези теорет. сем. "Природа і культура". – Ч. І. – Луцьк, 1992. – С. 118.
7. Пархісенко Л.В., Гребенюк Є.М., Гуцал О.В., Клименко Ю.О., Медина Т.В. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження проектів утримання та реконструкції парків-пам’яток садово-паркового мистецтва. Методичні рекомендації. – Київ: Фітосоціоцентр, 2004. – 26 с.
8. Попович С.Ю., Корінько О.М., Клименко Ю.О. Заповідне паркознавство. Навчальний посібник. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2011. – 320 с.
9. Природно-заповідний фонд м. Києва / Довідник. – К., 2001. – 19 с.

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРИРОДНИЙ ПАРК “ДЖАРИЛГАЦЬКИЙ”

Гетьман В.І.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ  
getman@gmail.com

Досліджено особливості природних умов та ресурсів національного природного парку “Джарилгацький” та геоморфологічні особливості коси – острова Джарилгач. Запропоновано розвивати природно-заповідної установи як природні лабораторії (банки) по збереженню рідкісних тварин та рослин. *Ключові слова:* національний природний парк, коса, острів, флора, фауна.

**Национальный природный парк “Джарилгацкий”.** Гетьман В.И. Исследованы особенности природных условий и ресурсов национального природного парка “Джарылгачский” и геоморфологические особенности косы – острова Джарылгач. Предложено развивать природно-заповедного учреждения как природные лаборатории (банки) по сохранению редких животных и растений. *Ключевые слова:* национальный природный парк, коса, остров, флора, фауна.

**National nature park “Dzharylhatskyy”.** Getman W. The peculiarities of the natural conditions and resources of the Dzharylgatsky National Natural Park and the geomorphological features of the spit – Dzharylgach Island are investigated. It is proposed to develop natural reserves as natural laboratories (banks) for the conservation of rare animals and plants. *Keywords:* national natural park, spit, island, flora, fauna.

Національний природний парк (НПП) “Джарилгацький” створений Указом Президента України від 11 грудня 2009 р. на території Скадовського району Херсонської області. Загальна площа парку становить 10000 га, у тому числі 805 га передано йому в постійне користування. До складу парку включено (без вилучення) 2469 га акваторії Джарилгацької затоки і 6726 га земель ДП “Скадовське дослідне лісомисливське господарство”.

Територіальне ядро парку – острів Джарилгач, розташований у північно-західній частині Чорного моря на південний схід від Дніпровсько-Бузького лиману. З півночі його омиває Джарилгацька затока, а з півдня –

Каркінітська, які сходяться на сході і південному сході. Слово “джарилгач” татарського походження і в перекладі означає “обпалені дерева” або “горілий ліс”.

Острів Джарилгач, з вузькою косою в західній частині, має загальну довжину близько 42 км. Цей великий піщаний масив є по суті півостровом, але завдяки постійно існуючій промійні недалеко від Лазурного його можна вважати островом. Саме тому острівна відособленість – віддаленість від населених пунктів материкової частини – є найбільшою природною цінністю Джарилгача. Це найбільший незаселений острів Європи. Його площа 5605 га.

### **Історія створення НПП “Джарилгацький”**

Охорона природних комплексів території НПП “Джарилгацький” започаткована ще на початку ХХ ст. Так, у 1923 р. острів Джарилгач було включено до заповідника “Асканія-Нова”. У 1927 р. створено Надморський заповідник площею біля 32000 га, до якого входили весь о. Джарилгач з смугою акваторії шириною 1 км, західна частина Джарилгацької затоки, а також коси Бірючий острів (Азовське море), Тендра і низка островів однойменної затоки.

У 1933 р. Надморський заповідник реорганізовано у Чорноморський та Азово-Сиваський державні заповідники, основним завданням яких була охорона пахів. У 1937 р. більшу частину природоохоронної території острова Джарилгач було вилучено і передано у користування колективним господарством Скадовського району під випас. Заповідною залишалась лише територія площею 982 га, яка у 1951 р. також втратила цей статус. У 1974 р. на острові створено Джарилгацький ботанічний заказник загальнодержавного значення площею 300 га для охорони золотобородника цикадового (*Chrysorogon gryllus*(L.) Trin.) – рідкісної рослини, здатної закріплювати сипучі піски.

### **Природні компоненти ландшафтів НПП “Джарилгацький”**

У геологічному відношенні територія НПП “Джарилгацький” знаходиться в межах північного схилу Причорноморської западини з глибиною залягання архейсько-протерозойського кристалічного фундаменту у межах 1500-2500 м. Фактично ця тери-

торія є південною частиною давньої докембрійської Східноєвропейської платформи – крайовим її прогином у бік Криму.

Геологічну основу сучасних ландшафтів території становлять піщано-глинисті куяльницькі відклади (пліоцен), перекриті червоно-бурими глинами потужністю 6 м і більше, вище – антропогеновими суглинками.

Регіон розташування парку геоморфологи відносять до берегової зони Нижньодніпровської давньодельтової рівнини, що включає Олешківські піски, Кінбурнську косу. Вона є вюрмською (пізній антропоген) терасою Дніпра. І.М. Рослий та ін. (1990) відносять її до гетерогенної пластово-аккумулятивної низинної рівнини, в межах якої основну рельєфоутворюючу роль відіграють неоген-антропогенові відклади.

Питання, пов'язані з геологічним розвитком цього району, розглядалися В.П. Зенковичем (1958, 1960), І.А. Правоторовим (1966, 1967). На думку І.А. Правоторова (1967) Джарилгацька, Тендрівська і Ягорлицька затоки утворилися в ході останньої чорноморської трансгресії, а формування сучасного вигляду водойм значною мірою визначалося еволюцією аккумулятивної системи Джарилгач-Тендра. Її утворення відноситься до періоду, коли рівень моря в цьому районі був на 3 м нижче сучасного [1].

Коса-острів Джарилгач за генезисом, як морфо скульптура, є типовою аккумулятивною формою берегового рельєфу. Існує думка, що це береговий бар – гравійний, піщано-черепашковий вал, який простягається паралельно основному напрямку берега і відділяє від моря лагуну. Його утво-

рення пояснюють виносом відкладів з морського дна на перегин схилу (результат зменшення несучої сили води на мілководді) і переміщенням їх до берега [2].

Однак, Джарилгач класичним баром не назвеш. Він складається з двох різних за характером частин. Перша – широка східна довжиною 23,2 км і шириною до 4,6 км, кінцевою точкою якої є мис Джарилгач. Друга – вузька, західна довжиною 18,5 км і шириною від 30 до 430 м (зазвичай – 100-200 м), на яку припадає не більше 6% загальної площі коси-острова. На відстані 650 м від свого західного краю коса має проміну шириною близько 250 м, через яку нагнана вода з Джарилгацької затоки витікає у відкрите море.

Відтак, Джарилгач – це своєрідне геоморфологічне утворення і в нього є подібні особливості генезису з усіма косами північного Азово-Чорноморського узбережжя, де визначальну роль відіграють чинники повітряної (переважаючі вітри) і водної (переміщення водних мас) систем циркуляції [3].

Рельєф широкої частини Джарилгача переважно плоскорівнинний, на півдні – хвилястий з невисокими дюнами і міждюнними зниженнями. Він значною мірою визначається закономірним чергуванням пасом і міжпасмових знижень. Масиви пасом орієнтовані паралельно береговим лініям. У південній частині острова вони витягнуті вздовж морського берега із заходу на схід, а в північній (біля Джарилгацької затоки) – з південного заходу на північний схід.

На клімат острова Джарилгач значно впливають близькість моря, рівнинність рельєфу, порівняно велика швидкість вітрів. Весна коротка

(1-1,5 місяці), характеризується швидким наростанням температури повітря. Літо спекотне. Осінь триває 3-3,5 місяці і характеризується збільшенням хмарності і числа днів з опадами. Звичайними є повернення тепла з ясною тихою погодою. Зима коротка, м'яка з частими тривалими відлигами. Нерухомий лід у Джарилгацькій затоці встановлюється лише в найхолодніші зими.

Флора НПП “Джарилгацький” включає близько 500 видів вищих рослин. Значною є чисельність видів, характерних для арен нижнього Дніпра: козельці дніпровські (*Tragopogon borysthenicus* Artemcz.), конюшина дніпровська (*Trifolium borysthenicum* Grun.), еспарцет дніпровський (*Onobrychis borysthenica* (Širj.) Klokov), волошка короткоголова (*Centaurea breviceps* Pjin) та ін., а також видів, що знаходяться на крайній південній межі поширення – оман високий (*Inula helenium* L.), агалик-трава гірська (*Jasione montana* L.), плодоріжка блощична або зозулинець блощичний (*Anacamptis coriophora* (L.) R.M. Bateman), верба розмаринолиста (*Salix rosmarinifolia* L.) і гостролиста (в. червона, шелюга) (*S. acutifolia* Willd.) та ін. [4].

До Європейського Червоного списку внесено гвоздику бесарабську (*Dianthus bessarabicus* Klok.), покіницю сиваську (*Puccinellia syvaschica* Bilyk), содник ягодоносний (*Suaeda baccifera* Pall.), холодок прибережний (*Asparagus litoralis* Stev.), до Червоного списку МСОП (IUSN) – франкенію припорошену (*Frankenia pulverulenta* L.).

З 1960 року велись роботи із заліснення території острова. Тепер тут представлені розріджені насадження

з лоха або маслинка вузьколистої (*Elaeagnus angustifolia*L.) та сріблястої (*E. argentea*Pursch), тамарикса галузистого (*Tamarix ramosissima*Ledeb.), білої акації або робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia*L.), в'язу низького (*Ulmus pumila*L.) [5].

Фауна території НПП “Джарилгацький” багата і цікава. Тут зареєстровано 22 види комах, які внесені в природоохоронні списки різного рангу: до Міжнародної Червоної книги – 3, Європейського Червоного списку – 7. Серед охоронюваних видів на першочергову увагу заслуговують унікальні представники найбільш цінного і водночас найбільш вразливого псамофітного ентомокомплексу. До таких видів на Джарилгачі відносяться емпуза піщана (*Empusa pennicornis* (Pallas, 1773), мурашиний лев веле-тенський (*Acanthaclisis occitanica* (Villers, 1789), махаон (*Papilio machaon* (Linnaeus, 1758), стиз смугастий (*Stizus fasciatus* (Fabricius, 1781), ктир веле-тенський (*Satanas gigas* (Eversmann, 1855) та ін.

Згідно з фізико-географічним районуванням України територія НПП “Джарилгацький” відноситься до Нижньодніпровського терасово-дельтового ландшафту Причорноморсько-Приазовського сухостепового краю. Сухостепові ландшафти включають межирічні, давні і сучасні терасні та дельтові, понижені ділянки узбережжя Чорного моря, його лиманів і заток [6].

#### **Пріоритети природоохоронної функції НПП “Джарилгацький”**

НПП “Джарилгацький” відіграє особливу роль у збереженні рідкісних птахів. За даними дослідників з

87 видів, занесених у Червону книгу України (2009), в районі парку відмічено 60.

Унікальність Джарилгацького природного комплексу – м'які кліматичні умови у зимовий період та розташування на шляху Азово-Чорноморського міграційного коридору – створили певні сприятливі умови для мешкання значної кількості видів птахів у різні сезони року. Територія національного парку є частиною одного з найбільших водно-болотних угідь міжнародного значення – “Каркінітська та Джарилгацька затоки”. За сучасними даними у цьому регіоні перебувають під час зимового періоду, міграцій та у гніздовий час представники 248 видів птахів. З них зустрічаються на гніздуванні понад 80 видів, більш ніж 200 – під час міграцій, кочівлі [7].

Під впливом антропогенної трансформації ландшафту за останні 80-100 років орнітофауна о. Джарилгач, а саме рідкісних видів, дуже змінилась. Ще у 1920-1930 роки ХХ ст. на острові гніздилися огар (*Tadorna ferruginea* (Pallas, 1764), середній або довгоносий крех (*Mergus serrator* (Linnaeus, 1758), лунь степовий (*Circus macrourus* (S. G. Gmelin, 1771), боривітер степовий (*Falco naumanni* (Fleischer, 1818), журавель степовий (*Anthropoides virgo* (Linnaeus, 1758), дрохва (*Otis tarda* (Linnaeus, 1758), хохітва (*Tetrax tetrax* (Linnaeus, 1758), кульон або кроншнеп великий (*Numenius arquata* (Linnaeus, 1758) та степовий і лучний дерихвости (*Glareola nordmanni* (Nordmann, 1842), (*G. pratincola* (Linnaeus, 1766). Ряд цих видів у наш час не зустрічається, окремі – під час міграцій та зимівлі [2; 8]. Лежень (*Burhinus oedicedemus* (Linnaeus, 1758) хоч і зустрічається в гніздовий період на острові, але

останні поодинокі гнізда спостерігалися в кінці 1970-1980-х років.

Журавель степовий не зустрічається більше на гніздуванні не тільки на острові, але й в прибережному степу на узбережжі Джарилгацької затоки. Лише поодинокі особини або 2-3 птахи відзначаються не щороку в його зграях. Повністю припинила гніздування на острові дрохва (з 50-х рр.). Тепер вона є нечисленним пролітним видом. Загалом українська гніздова популяція дрохви перебуває у критичному стані.

Орел степовий (*Aquila rapax* (Temminck 1828)) у минулому був символом південних українських степів і прибережних островів, а тепер в незначній кількості і нерегулярно відзначається на прольоті. Ще гірше становище зі степовим боривітром – у минулому численним мігруючим і звичайним гніздовим видом. У даний час гніздування припинилося повністю і навіть на прольоті вид зустрічається настільки рідко і окремими особинами, що можна вважати його нерегулярно залітним [2].



Щодо збереження на Джарилгачі териофауни (звірини), то у 70-х роках ХХ ст. на острові проводились роботи з акліматизації мисливських тварин, внаслідок чого тут з'явилися олень шляхетний (*Cervus elaphus*), лань європейська (*C. dama*), муфлон європейський (*Ovis musimon*), фазан мисливський (*Phasianus colchicus*). Також вільно мешкають лисиця, єнотовидний собака, зустрічаються кабанта заєць [9].

НПП “Джарилгацький” як науково-дослідна природоохоронна установа є банком природного матеріалу і природною лабораторією по збереженню рідкісних тварин та рослин. За наявності спеціального дозволу та наукового обґрунтування парк може бути постачальником насіння окремих рослин, яєць пташенят або дорослих особин рідкісних видів для їх подальшого розведення у належних умовах.

### Рекреаційні ресурси НПП “Джарилгацький” та їх освоєння

НПП “Джарилгацький” належить до Скадовської курортної зони з її теплим морем, піщаними пляжами, тривалим купальним сезоном, що, з однієї сторони, характеризує парк як територію, унікальну для відпочинку та туризму, а, з другої, скиди неочищених побутових стоків материкового узбережжя вкрай негативно позначаються на його природних екосистемах. Зазначимо, що на о. Джарилгач (оз. Синє) виявлені (у вересні 2003 р.) поклади пелоїдів, які за своїми характеристиками відповідають найвищим вимогам до лікувальних грязей і становлять біля 49,0 тис. м<sup>3</sup>.

На сьогодні у національному парку розроблені екотуристичні маршрути, екопізнавальні стежки, окремими з яких і здійснимо мандрівку [2].

**Екологічна стежка “Джарилгацькі маяки”. Протяжність – 4 км, час проходження – 2,5 год.**

Майже 8 км охоплює подорож Джарилгацькою затокою на легкому катері, а це близько півгодини часу. Максимальна глибина тут 8 м, проте 30 % площі затоки припадає на мілководдя глибиною до 1 м.

**Зупинка 1 “Маяки”.** Маяків на узбережжі два – діючий і старий. Старий маяк було виготовлено у 1902 р. в Парижі. Кажуть, що спроектував його сам Гюстав Ейфель, автор знаменитої паризької вежі. Функціонував цей маяк до 1997 року, нині знаходиться в аварійному стані, але від цього не втратив архітектурної цінності.

**Зупинка 2 “Лазурний берег”** – чудові піщані пляжі, які приваблюють неповторною красою. Білий пісок, блакитна прозора вода. Навіть

на великій глибині можна добре роздивитись морське дно. Товщу води від поверхні до найбільшої глибини населяють медузи – коренерот та аурелія (*Aureliaaurita*). У піщаному ґрунті моря закопуються черви-поліхети, якими харчуються чорноморська камбала або глось (*Pleuronectesflesusluscus*), “червонокнижні” осетрові риби – стерлядь прісноводна (*Acipenserruthenus* (Linnaeus, 1758) та севрюга звичайна (*Acipenserstellatus* (Pallas, 1771)). У пісок зариваються скати або морські коти. Часто величну постать морського ската-хвостокла можна спостерігати біля самого берега.

В акваторії моря мешкає три види дельфінів: дельфін афаліна (*Tursiopstruncates* (Montagu, 1821), дельфін звичайний або білобочка чорноморська (*Delphinusdelphis* (Linnaeus, 1758) та найменший вид – азовка або морська свиня (*Phocoenaphocoena* (Linnaeus, 1758)). Всі три види занесені до Червоної книги України.

**Зупинка 3 “Мис Джарилгацький”.** Звідси відкриваються неосяжні морські простори, а за кілька метрів, на острові, низка озерець, зарослих очеретом. У мілководді побачимо великі зграйки кефалей, анчоусів (хамса), бичків та чатуючі на них постаті сірої та білої чапель. Ще один вид, занесений до Червоної книги України – кулик-сорока (*Haematopusostralegus* (Linnaeus, 1758) зустрине своїм клетом. Вздовж берега багато мартинів, крячок. Навіть можна побачити рідкісний вид – гагаручорношию (*Gaviaarctica*). Зустрічається гадюка степова (*Viperarenardi* (Christoph, 1861)).

Серед заростей лоху сріблястого, тамариксу та білої акації в гуша-



вині ховаються від палючого сонця муфлони, олені та лані європейські.

З мису Джарилгацький повертаємось знову до маяків, де можна відпочити, попиту чистої джерельної води, покупатися.

**Екологічна стежка “Слідом за Ахіллою”, довжина маршруту – 3 км, час проходження – 2,5-3 год.**

Маршрут проходить по західній косі о. Джарилгач. Від селища Лазурне до коси переправа на човнах. Коса та широка частина острова Джарилгач овіяні стародавніми легендами, зокрема про Ахілла.

**Екологічна стежка “Голуба лагуна”, загальна протяжність стежки 3 км, час проходження – 3 год.**

Після 30-ти хвилинної прогулянки Джарилгацькою затокою (переїзд від портового причалу м. Скадовськ до о. Джарилгач), у супроводі грайливих стайок дельфінів, потрапляємо у найбільшу, на півночі острова бухту Глибоку, а звідти – на однойменну косу. На Джарилгачі таких кіс багато – Мілка, Синя, Дурилова та ін.

Далі маршрут проходить поміж озерами острова. Їх тут близько 200. Майже всі вони солоні (є небагато прісноводних). Більшість знаходиться у східній частині острова, що має стару назву “Пиндики”. Але і в північно-західній частині також є немало озерець з заростями очерету та невеликими острівцями, на яких гніздиться велика кількість водоплавних птахів. Важливою особливістю дея-

ких озер є цілющий чорний мул, що здавна використовується місцевими мешканцями для лікування хвороб суглобів.

Завершуємо мандрівку зупинкою “Голуба лагуна”, де передбачено короткочасний відпочинок, купання.

### Висновки

Одним з основних завдань діяльності НПП “Джарилгач” є організація та здійснення науково-дослідних робіт з вивчення геокомплексів та їх змін, польові дослідження вразливої орнітофауни острова, розроблення та впровадження наукових рекомендацій з управління та ефективного використання природних ресурсів тощо.

Особлива увага працівників НПП “Джарилгач” має бути звернута на вивчення (включаючи польові наукові дослідження) та пізнавальне рекреаційне освоєння природних ресурсів острова Джарилгач.

Територія НПП “Джарилгач” є частиною одного з найбільших водно-болотних угідь міжнародного значення – “Каркінітська та Джарилгацька затоки”, де гніздяться, зимують і зупиняються під час сезонних міграцій (на важливому міграційному шляху) численні птахи, видові представники яких віднесені до багатьох природоохоронних списків (Червона книга України, Червона книга МСОП – Міжнародної спілки охорони природи і природних ресурсів тощо).

### Література

1. Геоморфология Украинской ССР: Учеб. пособие / Рослый И.М., Кошик Ю.А., Палиенко Э.Т. и др. – К. : Вища школа, 1990. – 287 с.
2. Проект організації території національного природного парку “Джарилгацький”, охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об’єк-

тів, затверджений наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 27 грудня 2016 р. № 541.

3. Гетьман В.І. Проблема Молочного лиману та шляхи її розв'язання / В.І. Гетьман // Екологічний вісник, № 68, 2011. С. 23-26.
4. Бойко М.Ф. Растительный мир Херсонской области / М.Ф. Бойко, Н.В. Москов, В.И. Тихонов. – Симферополь: Таврия, 1987. – 142 с.
5. Дубина Д.В. Фітоценотична різноманітність острова Джарилгач (Херсонська обл.) / Д.В. Дубина, Т.П. Дзюба // Укр. ботан. журн. – 2005. – Т. 62, № 2. – С. 128-142.
6. Физико-географическое районирование Украинской ССР. – К. : Изд-во Киевск. ун-та, 1968. – 683 с.
7. Ардамацкая Т.Б. Краткая характеристика орнитофауны о. Джарылгач / Т.Б. Ардамацкая // Биоразнообразие Джарылгача: современное состояние и пути сохранения. – Вестник зоологии. – 2000. – С. 74-83.
8. Шарлемань М. По заповідниках півдня України // Охорона пам'яток природи на Україні. – Харків, 1928. – С. 1-15.
9. Природа Херсонської області. – К. : Фітосоціоцентр, 1998. – 120 с.

---

# ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОБЕЗПЕКИ

---

УДК 504.061:336.02

## НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗА СТРАТЕГІЧНИМ ПРІОРИТЕТОМ «ШИРОКЕ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БІЛЬШ ЧИСТОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА»

Задорожня Г.П., Паладченко О.Ф., Кваша Т.К.  
Український інститут науково-технічної інформації  
вул. Леонтовича, 180, 03150, м.Київ  
uintei@uintei.kiev.ua

Наведено результати дослідження за середньостроковим та галузевим пріоритетом «Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища» на основі аналізу дисертаційних робіт за 2000-2014 роки по розроблених і переданих замовнику інноваційних технологій на основі даних головних розпорядників про провадження підпорядкованими їм організаціями, підприємствами і установами інноваційної діяльності за рахунок усіх джерел фінансування. *Ключові слова:* навколишнє середовище, пріоритети середньострокові, пріоритети галузеві, дисертаційні роботи, інноваційні технології.

**Научные исследования инновационного потенциала стратегическим приоритетом «Широкое применение технологий более чистого производства и охраны окружающей среды».** Задорожная Г.П., Паладченко О.Ф., Кваша Т.К. Приведены результаты исследования по среднесрочным и отраслевым приоритетом «Широкое применение технологий более чистого производства и охраны окружающей среды» на основе анализа диссертационных работ по 2000-2014 годы по разработанным и переданным заказчику инновационных технологий. На основе данных главных распорядителей о проведении подчиненными им организациями, предприятиями и учреждениями инновационной деятельности за счет всех источников финансирования. *Ключевые слова:* окружающая среда, приоритеты среднесрочные, приоритеты отраслевые, диссертационные работы, инновационные технологии.

**Scientific research of innovation potential in the strategic priority «Widespread use of cleaner production and environmental technologies».** Zadorozhnyya G., Paladchenko O., Kvasha T. The results of the research on the medium-term and sectoral priority «Widespread use of cleaner pro-

duction and environmental technologies» are presented based on the analysis of dissertation works for 2000-2014 on developed and transferred to the customer of innovative technologies. On the basis of the data of the main promoters on the conduct of their subordinated organizations, enterprises and institutions of innovation activity at the expense of all sources of funding. *Keywords:* environment, priorities of the medium-term, sectoral priorities, dissertation works, innovative technologies.

Перехід економіки України до моделі сталого економічного розвитку на довгострокову перспективу орієнтований на підвищення ефективності виробничої діяльності за умов раціонального використання природних ресурсів та скорочення шкідливого впливу на навколишнє природне середовище. Масштабна загроза для розвитку суспільства, якості життя і добробуту населення пов'язана з руйнуванням біосфери, скороченням біорізноманіття, виснаженням природних ресурсів і накопиченням відходів, що призводить до порушення рівноваги екосистем та зміни клімату. На сьогоднішній стан природокористування в Україні оцінюється як критичний, характеризується високовитратною моделлю природокористування і зумовлює необхідність концентрації значних зусиль для подолання існуючого становища за умов переходу до сталого розвитку.

За даними світової статистики Україна віднесена до країн, які стоять на межі екологічної кризи. Майже 8% земель території України перебуває нині в природному стані (болота, озера, гірські масиви, покриті та непокриті лісом). Кризове становище природокористування в Україні потребує кардинальних змін у державній соціально-економічній політиці, розробки та впровадження інновацій та активізації інвестиційного процесу [1, 2].

За оцінками зарубіжних спеціалістів та експертів у розвинутих країнах світу від 50% до 90% зростання

ВВП забезпечується інноваціями і технологічним прогресом в той час, коли Україна на світовому ринку інноваційної продукції займає 0,05% (Росія – 03, -0,5%, США – 36%, Японії – 30%, Німеччини – 35%) та інноваційний потенціал природокористування в усьому світі вважається стратегічним ресурсом розвитку держави. Вирішення цієї проблеми стримується відсутністю науково-обґрунтованого розвитку формування інвестиційного потенціалу природокористування, збільшення обсягів залучених ресурсів для здійснення якісних змін у природокористуванні та оновлення виробництва, екологобезпечного розвитку економіки [3; 4].

Реалізація інноваційного потенціалу у сфері природокористування потребує сукупних активних дій законодавчо-правового, економічного, інституційного, організаційного характеру з боку держави за такими напрямками: реалізація програми заходів покращення інвестиційного клімату, підвищення якості законодавчого регулювання, податкового, кредитно-фінансового, ресурсного, інституційного, організаційно-управлінського, інвестиційного та інноваційного менеджменту; підготовка і впровадження системи стимулів, мотивації, інструментів для розробки і впровадження екологічних інновацій; підвищення рівня повноважень місцевих органів по регулюванню, плануванню, контролю і управлінню за інноваційної діяльністю у сфері природокористування [4].

Основним нормативно-правовим документом в Україні, що визначає національну екологічну політику у сфері природокористування, її мету, цілі, завдання і принципи, механізми та інструменти є Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року». Однією із стратегічних цілей державної екологічної політики цим документом визначено забезпечення екологічно збалансованого природокористування [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам раціонального природокористування присвятили праці Ю. Бойчук, Солошенко Е.М., Бугай О.В., Рассаднікова С.І., Стефанків О.М., Захарчук О.А., Пашенцев А.И., Паламарчук В.О., Дудар О.Г. [1-9]. Увага вчених зосереджується переважно на обґрунтуванні необхідності використання ресурсозберігаючих технологій у промисловому виробництві та сільському господарстві, але не конкретизується механізм податкового регулювання їх впровадження і використання [7].

Мета роботи – моніторинг дисертаційних робіт за середньостроковим пріоритетним напрямом інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2012-2016 роки «Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища», наукових досліджень, створення ресурсозберігаючих технологій [11].

Результати досліджень. Для України характерно, що в окремих регіонах зосереджено максимальну кількість ресурсів, однак через неналежний рівень природоохоронних заходів ці ж регіони на сьогоднішній день є найбільш забрудненими.

Загалом по Україні рівень техногенного навантаження становить 14,17%, що перевищує показники індустріально-розвинених країн Західної Європи – Німеччини, Італії, Франції відповідно в 1,63; 1,58 і 1,44 разів [9]. Протягом останніх років техногенне навантаження на навколишнє середовище скоротилося, що зумовлене зменшенням обсягів виробництва та реального сектору економіки. Залишається напруженою екологічна ситуація в природному середовищі.

На сьогодні близько 15% території України з населенням понад 10 млн чол. знаходиться в критичному екологічному стані з найбільшим рівнем розорювання земель, споживання водних ресурсів, вирубки лісів [12]. За сформованої структури економіки країни щорічно використовується близько 15 млрд тонн природних ресурсів, що у розрахунку на душу населення – 30 тонн. Такий великий обсяг використання природних ресурсів свідчить про їх екстенсивне використання і призводить до значного забруднення атмосферного повітря – у 2-3 рази більше, ніж в Європі. На одного жителя країни припадає близько 200 кг викидів у атмосферне повітря [9].

Окрім того, обсяги токсичних промислових відходів становить 3,91 т, а забруднених вод, які скидаються у водні джерела, близько 6,4 тис. м<sup>3</sup>, що перевищує аналогічні показники у країнах Західної Європи в 4,5-7,5 рази [5, 7]. На сьогодні необхідно розробити заходи, які були б спрямовані на стимулювання поворотного і безповоротного водокористування з метою зниження водозабору та обсягів стічних вод. Катастрофічною є ситуація поводження з відходами.

В Україні накопичено 29,7 млрд м<sup>3</sup> відходів (5,7 млрд м<sup>3</sup> – тверді побутові), що значно перевищує показники індустріально розвинених західноєвропейських країн: Німеччини (9,7 млрд м<sup>3</sup>), Італії (10,17 млрд м<sup>3</sup>), Франції (10,02 млрд м<sup>3</sup>). На кожного жителя України приходиться 632,25 л неочищених стічних вод. Для країн Західної Європи ці показники майже у 2 рази менші: в Німеччині – 317,11 л, Італії – 341,9 л, Франції – 331,9 л [7].

Враховуючи важливість пріоритетного напрямку для економіки України «Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища» нами був проведено моніторинг захищених у 2000-2014 рр. дисертаційних робіт та напрямів цільових досліджень з питань раціонального природокористування, а також ресурсозберігаючих технологій, які були створені в результаті цих досліджень. До цього пріоритетного напрямку нами було занесено 12 кодів наукових спеціальностей, згідно з Переліком спеціальностей, за якими проводиться

захист дисертацій на здобуття наукових ступенів кандидата наук і доктора наук, затвердженого Наказом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 14.09.2011 р. № 1057 «Про затвердження Переліку наукових спеціальностей». Моніторинг захищених у 2000-2014 рр. дисертаційних за визначеними ВАК України спеціальностями проведено на основі даних Автоматизованого інформаційного фонду НДДКР і захищених дисертацій [13].

За 2000-2014 роки підготовлено 2163 дисертації, з них 1876 (86,7% кандидатських) та 287 (13,3%) докторських. Не занесено до шифрів спеціальностей 231 дисертація (12,3%) кандидатських та 24 (8,4%) докторських. Серед кандидатських дисертацій найбільш досліджувані напрям екологія 483 (або 25,7%) кандидатських та 99 (34,5%) докторських дисертацій. Значні дослідження виконується за напрямками екологічна безпека та земельне право, аграрне та екологічне право, природоресурсне право (рис. 1, 2).

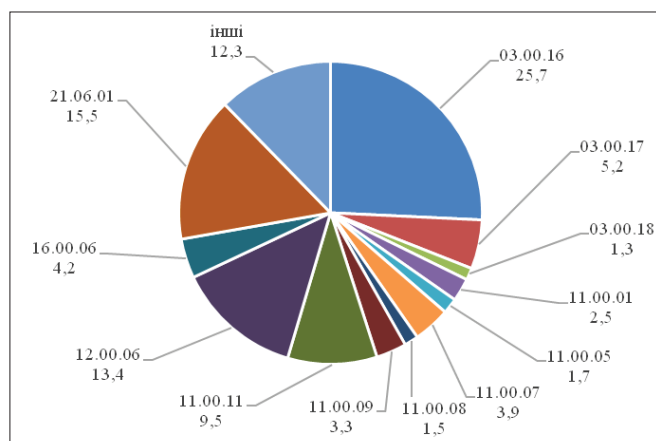


Рис. 1. Розподіл кандидатських дисертацій за спеціальностями (2000-2014 рр., %)

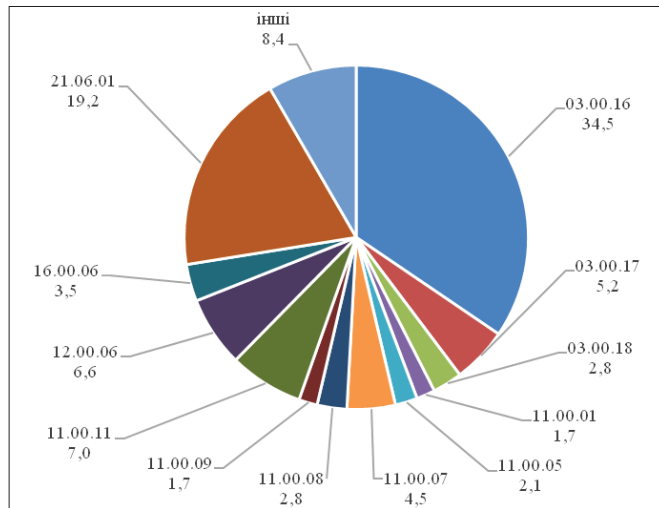


Рис. 2. Розподіл докторських дисертацій за спеціальностями (2000-2014 рр., %)

Найменше кандидатських та докторських дисертацій захищено за спеціальністю океанологія та біогеографія й географія ґрунтів.

Аналіз захисту дисертацій за роками відображено на рис. 3 та 4. Найбільше кандидатських дисертацій захищено у 2013 році – 10,7 %, найменше у 2001 – 4,6%. Ідентичні дані

одержано щодо розподілу докторських дисертацій (рис. 3, 4).

З метою визначення наукової складової інноваційного потенціалу стратегічного пріоритету «Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища» здійснено спробу розподілити захищені

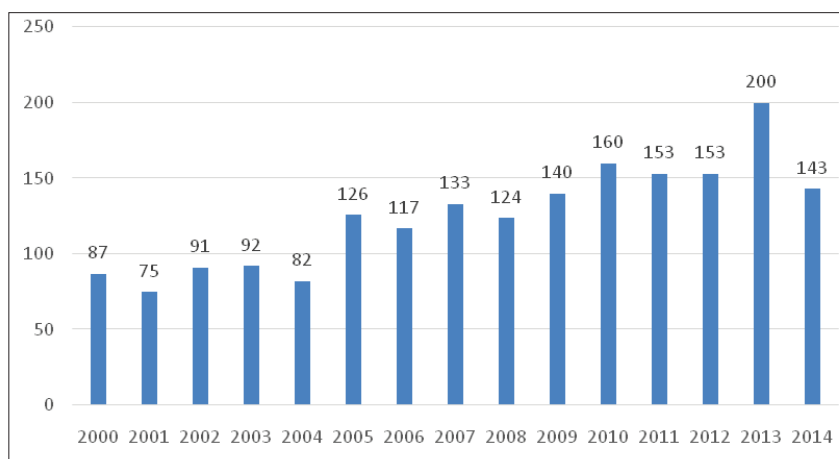


Рис. 3. Розподіл кандидатських дисертацій за роками

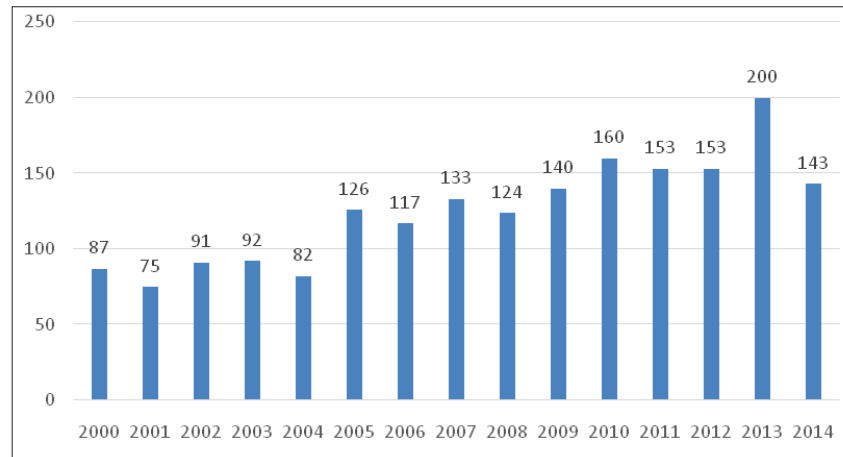


Рис. 4. Розподіл докторських дисертацій за роками

дисертації по п'яти середньострокових пріоритетних напрямках інноваційної діяльності загальнодержавного рівня, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 12.03.2012 № 294:

1. Застосування технологій раціонального надро- та землекористування.

2. Впровадження прогресивних технологій водозабезпечення, водокористування та водовідведення.

3. Застосування технологій замкненого циклу, технологій очищення, переробки та утилізації промислових і побутових відходів.

4. Застосування технологій поводження з радіоактивними відходами та зменшення їх негативного впливу на навколишнє природне середовище.

5. Застосування технологій зменшення шкідливих викидів та скидів.

Аналіз розподілу кандидатських дисертацій за середньостроковими пріоритетними напрямками інноваційної діяльності загальнодержавного рівня свідчить, що найбільше всього дисертацій захищено за 1,2,5 напрямками,

а найменше за 4 напрямком. За роками активність захисту дисертацій припадає на останні роки (2009-2013 р.). Найбільш досліджуваний напрям «Впровадження прогресивних технологій водозабезпечення, водокористування та водовідведення», за яким захищено майже 40% дисертацій.

Ідентичні дані одержані по докторських дисертаціях, найбільш досліджувані напрями 1,2,5, а найменш досліджуваний 3-й напрям інноваційної діяльності «Застосування технологій замкненого циклу, технологій очищення, переробки та утилізації промислових і побутових відходів». За роками найбільш активний захист наукових робіт відбувався у 2011-2013 роках. Найбільше докторських дисертацій захищено у 2013 році (17,7%).

Відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», крім середньострокових пріоритетів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня, за стратегічними пріоритет-



Таблиця 1

Розподіл кандидатських дисертацій за середньостроковими пріоритетними напрямками інноваційної діяльності загальнодержавного рівня

Пріоритети	Роки														Всього
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
1	3	4	4	1	2	3	2	6	1	5	7	2	6	9	55
2	8	6	8	6	6	5	7	9	5	12	7	8	14	21	122
3	5	1	3	5	1	3	3	3	7	3	2	8	2	3	49
4	2	1	1	2		3	1	2	2	2	2	3	6	1	28
5	4		3	1	3	2	4	1	4	3	6	8	2	13	54
<b>Всього</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>47</b>	<b>308</b>
інші	65	63	72	77	70	110	100	112	105	115	135	124	123	153	1424

Таблиця 2

Розподіл докторських дисертацій за середньостроковими пріоритетними напрямками інноваційної діяльності загальнодержавного рівня

Пріоритети	Роки														Всього
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
1	1			2				1	2	1		1	2	1	11
2		1	2		1	1	2		1			2	2	2	14
3				1								1		2	4
4	2											1	2	2	7
5					2	1	2				1	2		1	9
<b>Всього</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>45</b>
інші	9	8	14	14	20	15	13	13	15	12	17	21	21	33	225

ними напрямами інноваційної діяльності Постановою Кабінету Міністрів України від 17.05.2012 р. № 397 затверджено середньострокові пріоритетні напрями інноваційної діяльності *галузевого рівня* на 2012-2016 роки, зокрема за шостим стратегічним пріоритетом «Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища» затверджено 5 середньострокових галузевих пріоритетів:

6.1 Освоєння виробництва вітчизняних високовольтних та надвисоковольтних силових кабелів з твердою поліетиленовою ізоляцією, що забезпечують надійне та екологічно безпечне електропостачання;

6.2 Впровадження технології напівсухої сірко очистки димових газів та обладнання для їх реалізації;

6.3 Застосування високопродуктивного екологічно безпечного обладнання для оброблення металів та перероблення пластмаси, виробництва та оброблення надчистих монокристалічних, напівпровідникових, оптичних конструкційних матеріалів;

6.4 Виробництво приладів для проведення екологічного та радіаційного моніторингу, впровадження технологій знезараження і стерилізації повітря, рідин, питної та стічної води, комплексів для екологічно безпечної утилізації відходів, у тому числі медичних та токсичних;

6.5 Розроблення та запровадження технологій та обладнання для одержання високоякісної питної води, очистки та знезараження стічних вод [14].

Постановою запроваджено моніторинг реалізації середньострокових пріоритетів галузевого рівня розпорядниками бюджетних коштів,

який вперше здійснено УкрІНТЕІ за 2012 р., 2013 р. та 2014 р.

Моніторинг реалізації галузевих пріоритетів проведено на основі даних головних розпорядників про провадження підпорядкованими їм організаціями, підприємствами і установами інноваційної діяльності за рахунок усіх джерел фінансування, реалізацію інноваційної продукції, створення і використання технологій та здійснення їхнього трансферу.

Результати реалізації галузевих пріоритетів, зокрема, кількісна оцінка стану створення нових технологій; авторами використано для визначення інноваційного технологічного потенціалу стратегічного пріоритету.

Як свідчать результати проведеного моніторингу, у 2013 р. за середньостроковими пріоритетними напрямами інноваційної діяльності *галузевого рівня* створено 235 нових технологій (у т.ч нові для України – 165, принципово нові – 70 технологій). За цим стратегічним пріоритетом створено 9 технологій, з яких 5 або 7,1% принципово нові. Розробили нові технології організації і установи НАН та МОН за 3 галузевими пріоритетами:

6.3 Застосування високопродуктивного екологічно безпечного обладнання для оброблення металів та перероблення пластмаси, виробництва та оброблення надчистих монокристалічних, напівпровідникових, оптичних конструкційних матеріалів – 1 технологія;

6.4 Виробництво приладів для проведення екологічного та радіаційного моніторингу, впровадження технологій знезараження і стерилізації повітря, рідин, питної та стічної води, комплексів для екологічно безпеч-

ної утилізації відходів, у тому числі медичних та токсичних – 4 технології;

6.5 Розроблення та запровадження технологій та обладнання для одержання високоякісної питної води, очистки та знезараження стічних вод – 4 технології.

Отже, це свідчить про накопичений в Україні технологічний інноваційний потенціал стратегічного пріоритету «Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища», зокрема за галузевими пріоритетами 6.4 та 6.5, за якими створено переважну більшість (8 або 88,8%) технологій від їх кількості за стратегічним пріоритетом.

Для вивчення реалізації інноваційного технологічного потенціалу стратегічного пріоритету інноваційної діяльності «Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища» було проведено моніторинг використаних та переданих виробництву нових технологій за 2012-2013 роки.

Як свідчать ці результати, в Україні у 2013 р. за галузевими пріоритетами використано 110 нових технологій, з яких нові для України – 87 (79,1%), принципово нові – 23 технології (20,9%). За даним стратегічним напрямом інноваційної діяльності використано 2 технології установами і організаціями НАН за такими галузевими пріоритетами:

6.3 Застосування високопродуктивного екологічно безпечного обладнання для оброблення металів та перероблення пластмаси, виробництва та оброблення надчистих монокристалічних, напівпровідникових, оптичних конструкційних матеріа-

лів – 1 технологія, нова для України;

6.5 Розроблення та запровадження технологій та обладнання для одержання високоякісної питної води, очистки та знезараження стічних вод – 1 технологія, нова для України.

У 2013 р. за стратегічними пріоритетами передано 1097 нових технологій, з яких за стратегічним пріоритетом «Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища» передано 2 технології або 0,2%. За галузевим пріоритетом 6.5 «Розроблення та запровадження технологій та обладнання для одержання високоякісної питної води, очистки та знезараження стічних вод» надійшло 159,80 тис. грн. (0,9% від загальних обсягів надходжень від передачі технологій за галузевими пріоритетами), з яких до спецфонду державного бюджету надійшло 99,80 тис. грн. або 62,5% та 0,6% від загальних обсягів надходжень до спецфонду від передачі технологій за галузевими пріоритетами.

Результати здійсненого моніторингу щодо використання та передачі нових технологій виробництву свідчать про певну реалізацію інноваційного потенціалу стратегічного пріоритету. Водночас, враховуючи те, що технологічний потенціал, накопичений у 2013 р., у 4,5 рази вищий, ніж його реалізація, використання нових технологій, на думку авторів дослідження, потребує активізації.

### Висновки

Проблеми охорони навколишнього природного середовища і раціонального використання природних ресурсів на сьогодні мають глобальний масштаб, їх реалізація

потребує об'єднання міжнародних зусиль та відповідних заходів. В Україні робота з питань у цій сфері проводиться на міжнародному рівні, зокрема, в рамках Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом від 16.09.2014 р. № 1678-VII, та на вітчизняному відповідно до Основних засад (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2020 року, яку затверджено Законом України від 21.12. 2010 р. № 2818-VI. Одним із основних шляхів реалізації державної екологічної політики є активізація інноваційної діяльності через реалізацію інноваційного потенціалу в екологічній сфері.

За результатами моніторингу наукової складової інноваційного потенціалу за 2000-2013 рр. у сфері більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища захищено 2003 або 2,3% від загальної кількості захищених в Україні за цей період дисертацій, з яких 1733 або 86,5% кандидатських і 270 (13,5%) – докторських. *Переважає частина дисертацій захищена за галузями «Біологічні науки», «Географічні науки» та «Національна безпека», найменше – у галузі «Ветеринарні науки».* Динаміка захищених за 2000-2013 рр. дисертацій є *позитивною* і демонструє збільшення за цей період кількості кандидатських у 2,3 рази (із 87 або 5,0% до 200 або 11,5% відповідно), докторських дисертацій – у 3,4 рази (із 12 або 4,4% до 41 або 15,2% відповідно),

За стратегічним пріоритетом «Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища» у 2013 р. створено 9 або 3,8% технологій, з яких 5 або 7,1% прин-

ципово нові за трьома середньостроковими галузевими пріоритетами. Переважна більшість (8 або 88,8%) технологій створено за пріоритетами 6.4 «Виробництво приладів для проведення екологічного та радіаційного моніторингу, впровадження технологій знезараження і стерилізації повітря, рідин, питної та стічної води, комплексів для екологічно безпечної утилізації відходів, у тому числі медичних та токсичних та 6.5 «Розроблення та запровадження технологій та обладнання для одержання високоякісної питної води, очистки та знезараження стічних вод» (по 4 технології). Це свідчить про накопичений технологічний інноваційний потенціал стратегічного пріоритету, зокрема за галузевими пріоритетами 6.4 та 6.5.

За цим стратегічним напрямом використано 2 технології або 1,8% від загальної кількості за стратегічними галузевими пріоритетами 6.3 «Застосування високопродуктивного екологічно безпечного обладнання для оброблення металів та перероблення пластмаси, виробництва та оброблення надчистих монокристалічних, напівпровідникових, оптичних конструкційних матеріалів» та 6.5 «Розроблення та запровадження технологій та обладнання для одержання високоякісної питної води, очистки та знезараження стічних вод» (по 1 технології, новій для України). Передано 2 технології або 0,2% за одним галузевим пріоритетом 6.5 «Розроблення та запровадження технологій та обладнання для одержання високоякісної питної води, очистки та знезараження стічних вод», за яким від передачі технологій надійшло 159,80 тис. грн. (0,9% від загальних обсягів надходжень за галузевими пріоритетами).

Це свідчить про певну реалізацію інноваційного потенціалу стратегічного пріоритету, водночас, враховуючи те, що технологічний потенціал, накопичений у 2013 р., у 4,5 рази вищий, ніж його реалізація, використання нових технологій потребує посилення активізації.

#### Література

1. Микитюк О.М., Грицайчук В.В., Злотін О.З., Маркіна Т.Ю. Основи екології. Екологічна ситуація в Україні. Стан земельного фонду України // Електронний ресурс]. – Режим доступа: [http://geoknigi.com/book\\_view.php?id=379](http://geoknigi.com/book_view.php?id=379)
2. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища. – К.: Суми, Університетська книга, 2002. – 365 с.
3. Технологічна модернізація промисловості України / за ред. Л.І.Федулової ; Ін-т екон. Та прогнозів. – К., 2008. – 472 с.
4. Рассаднікова С.І. Інноваційно-інвестиційний потенціал природокористування у соціально-економічному розвитку регіонів // І Міжнародна науково-практична інтернет конференція «Проблеми та перспективи інноваційного соціально-економічного розвитку в умовах глобалізації: регіональний вектор». – Ізмаїл. – 2012. – С. 2
5. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року». Верховна Рада України; Закон, Стратегія від 21.12.2010 № 2818-VI.
6. Стефанків О.М. Стратегічні напрями раціонального природокористування в АПК та забезпечення екологічної безпеки в соціумі / О. Стефанків // Механізм регулювання економіки. – 2010. – № 1. – С. 32-37.
7. Захарчук, О.А. Проблеми раціонального природокористування та роль оподаткування у їх вирішенні. [Електронний ресурс]. / Режим доступу : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=656>
8. Пашенцев А.И. Тенденции развития экологической ситуации в Украине / А. Пашенцев, О. Унятова // Экономика и управление. – 2010. – № 6. – С. 89-96.
9. Паламарчук В.О. Еколого-економічні та соціальні нариси з проблем природокористування / В.О. Паламарчук та ін. – Донецьк: Пороги, 2004. – 258 с.
10. Дудар О.Г. Формування системи органічного землеробства / О.Т. Дудар // Економіка АПК. – 2011. – № 8. – С. 31-38.
11. Постанова Кабінету Міністрів України від 12.03.2012 р. № 294 «Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2012-2016 роки». Законодавство України. [Електронний ресурс] / Режим доступу : [zakon.rada.gov.ua/go/294-2012-p](http://zakon.rada.gov.ua/go/294-2012-p)
12. Довкілля України у 2009 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [syb.org/publications/dovkilya-ukraini-u-2009-rotsi](http://syb.org/publications/dovkilya-ukraini-u-2009-rotsi)
13. Наказ ВАК України від 23.06.2005 р. № 377 «Про затвердження Переліку спеціальностей, за якими проводяться захист дисертацій на здобуття наукових ступенів кандидата наук і доктора наук, присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань». Законодавство України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0713-05> (Втрата чинності від 17.10.2011 р., підстава z1133-110.
14. Постанова КМУ від 17.05.2012 р. № 397 «Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності галузевого рівня на 2012-2016 роки». Законодавство України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [zakon.rada.gov.ua/go/397-2012-p](http://zakon.rada.gov.ua/go/397-2012-p).

## МОДЕЛИ И ПРОЦЕДУРЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ ЗЕМЛИ

Овезгельдиев А.О., Прилипко А.И.

Житомирский государственный технологический университет  
ул. Черняховского, 103, 10005, г. Житомир  
metanova@yahoo.com

Представлены модели и процедуры многофакторного оценивания и ранжирования альтернатив в системах организационного управления биоресурсами Земли. Предложен подход к одновременному исследованию изменений ресурсов с разными единицами измерения, возможные пути оптимизации сохранения ресурсов. *Ключевые слова:* биоресурсы, ресурсы, потенциал ресурсов, модели, многофакторное оценивание, оптимальное решение, управление.

**Моделі та процедури організаційного управління біологічними ресурсами Землі.** Овезгельдиев А.О., Прилипко О.І. Представлені моделі та процедури багатфакторного оцінювання і ранжування альтернатив в системах організаційного управління біоресурсами Землі. Запропоновано підхід до одночасного дослідження змін ресурсів з різними одиницями виміру, можливі шляхи оптимізації збереження ресурсів. *Ключові слова:* біоресурси, ресурси, потенціал ресурсів, моделі, багатфакторне оцінювання, оптимальне рішення, управління.

**Models and procedures of organizational management of biological resources of the Earth.** Ovezgeldyyev A., Prylypko O. Presents models and procedures of multifactorial evaluation and ranking of alternatives in systems of organizational management of Earth's bioresources. An approach to simultaneous investigation of changes in resources using various units of measurement is proposed, the possible ways of optimization of resource conservation. *Keywords:* bioresources, resources, resource potential, models, multifactorial evaluation, optimal solution, management.

Биологические ресурсы Земли истощаются с каждым днем все больше и больше. Мы безвозвратно теряем гектары лесов и плодородных земель, запасы пресной воды, виды животных, растительности и др. Все больше загрязняются атмосфера и гидросфера Земли. Парниковый эффект, исчезновение озонового слоя атмосферы, глобальное потепление, таяние льдов Арктики и Антарктики и, в конечном счете, изменение климата стали реальностью жизни.

Существуют прямые угрозы сельскому хозяйству с появлением новых видов болезней у растений и у животных. Вследствие этого кардинально меняется биосфера Земли в целом. Перенаселение Земного шара приводит к продовольственному, энергетическому и сырьевому голоду. И причиной этого является, в большей степени сам человек и его варварское отношение к окружающей среде обитания. Человек потерял свой инстинкт самосохранения и обоже-

ствил себя. Психология всемогущего человека доминирует в нем. Человек превратился в цивилизованного варвара и не осознает, что это уже большая опасность для всей жизни на Земле [1].

Кроме того, в развитых и остальных государствах в погоне за максимальной прибылью часто забывают о сохранности и восстановлении биоресурсов нашей планеты. Это является сегодня очевидным фактом варварского отношения к природным богатствам. На сегодня высокие технологии позволяют проникать еще глубже в недра Земли, недоступные ранее территории, эксплуатировать околоземное космическое пространство. При этом еще огромная проблема – это отходы человеческой деятельности, как на земле, так и в космосе. Экономическая выгода побуждает экологическую целесообразность.

Поэтому создание эффективной системы организационного управления биологическими ресурсами Земли является актуальным и своевременным. Прогрессивное человечество для спасения и улучшения биосферы Земли прикладывает немалые усилия. В рамках ООН ежегодно проводятся различные природоохранные мероприятия на самом высоком уровне. Многие развитые государства на своем уровне также проводят различные экологические форумы по защите, сохранности и улучшению качества биологических ресурсов Земли.

#### **Актуальность исследования**

Возможность дальнейшего комфортного существования человечества на планете зависит от многих экологических, технологических,

химических, биологических и других факторов, которые определяются результатом повседневной деятельности людей и функционирования всего созданного ими. Для выживания всего живого и прежде всего самого человека решение первоочередной проблемы сохранения и приумножения многих биоресурсов, созданных природой, должно стать первоочередной задачей каждого человека на Земле. В результате бездумной деятельности человека уже есть значительные потери в составе атмосферы, водного баланса, чистоте воды, грунта, растительном и животном мире, температурном режиме планеты и т.д.

На сегодня содержание углекислого газа в атмосфере составляет 0,038%, и ежегодно его становится все больше. Если содержание углекислого газа превысит 0,042%, то катастрофические последствия такие, как таяние ледников, окисления океанов станут необратимыми процессами. Для того, чтобы не допустить этого, человечество к 2050 году должно сократить выбросы углекислого и других парниковых газов на 48%. Больше всего поставляет углекислый газ в атмосферу сельское хозяйство (39%) из-за возгорания лесов, использования азотных удобрений, образования метана в животноводстве. Производство электроэнергии добавляет еще 29%, транспорт – 13,1%, отопление зданий – 17,9% [2]. Необходимо искать новые эффективные технологические решения по сокращению выбросов углекислого газа. Если рассматривать рыбные ресурсы, то улов рыбы в начале XXI века составляет более 60 млн тонн в год, разведение рыбы около 9 млн тонн в год, получаемых с 6 млн прудов и рыбозаводов [3].

Необходимость восстановления лесных ресурсов не вызывает никаких сомнений. При этом известно, что одно взрослое дерево производит около 120 килограммов кислорода в год, то есть почти 100 кубических метров. Один гектар хвойных деревьев задерживает за год 40 тонн пыли, а лиственных – 100 тонн. Деревья покрывают почти 30 % земной поверхности [4]. К странам с наибольшим запасом лесных ресурсов относятся Россия – 809 млн га, Бразилия – 520, Канада – 310, США – 304, Китай – 207, Демократическая республика Конго – 154, Австралия – 149, Индонезия – 94, Судан – 70, Индия – 68, остальные страны – 1347 млн га (данные 2010 года) [5]. При этом Земля в каждую секунду безвозвратно теряет более 1,5 гектара девственного леса. На сегодня их уже уничтожено более 65%. Более 25 % мирового запаса леса находится в Сибири. Важно, что влажные тропические леса Южной Америки это зеленые легкие нашей планеты, занимающие 5,2 миллиона квадратных километра, сокращают свою площадь из-за порубок и лесных пожаров. Например, тропические леса Амазонки производят более 20% кислорода в мире. Ежегодная потеря этого лесного запаса составляет 1% [6]. Глобальные результаты такого положения катастрофичны.

Если проанализировать важность восстановления водных ресурсов, то свыше 70% поверхности планеты покрыто водой. При этом пресная вода, пригодная для питья, составляет всего 3% всех водных ресурсов Земли. Из питьевой воды состоят две трети льда Арктики и Антарктики, но только около 12600 кубических километров доступны для использо-

вания. Принимая во внимание, что за последние 40 лет потребление воды утроилось, а очистка выбрасываемой воды промышленными предприятиями не улучшилась, то примерно к 2025 году потребление воды во многих странах, в том числе в Центральной Европе, может стать лимитированным. С каждым годом человечество потребляет все больше воды. Если в 1950 году потреблялось её около 1 млрд кубических метров, то в 1980 году уже 3,5 млрд кубических метров, а к 2000 году потребление достигло 5 млрд кубических метров. Из общего объема используемой воды около 75% уходит на ирригацию (полив), промышленность использует еще 20%, и только 5% идет на личные нужды человека. В развитых странах индивидуальное потребление воды составляет от 120 до 300 литров в день на каждую квартиру, в то время как в Индии – всего 25 литров. Уровень использования водных ресурсов для нужд промышленности, сельского хозяйства и быта составляет в Египте – 97,1%, Израиле – 84,4%, Украине – 40%, Италии – 33,7%, Германии – 27,1%, США – 18,9%, Турции – 17,3%, России – 2,7%. Например, для выпуска одной газеты требуется примерно 700 литров воды; производство одной пластиковой бутылки для газированного напитка требует расхода 300 литров; для мытья одной автомашины необходимо 400 литров; принимая ванну, человек расходует от 80 до 120 литров воды; при спуске воды в туалете в канализацию уходит около 10 литров, а капельный душ расходует за год до 3000 литров этого бесценного ресурса [2, 3].

По новым оценкам, опубликованным продовольственной и сельско-



хозяйственной организацией (ФАО) ООН, суммарные выбросы углерода в лесах сократились более чем на 25 процентов (с 3,9 до 2,9 гигатонн  $\text{CO}_2$ , именуемого диоксидом углерода) в период с 2001 года по 2015 год. И это, в основном, за счет замедления темпов роста обезлесения в мире. Обезлесение означает вырубку леса для перевода земли в другое назначение. Чистое обезлесение снижается, а некоторые страны демонстрируют впечатляющие результаты: Бразилия, Чили, Китай, Кабо-Верде, Коста-Рика, Филиппины, Республика Корея, Турция, Уругвай, Вьетнам. ФАО ООН в то же время подчеркнул, что при общем снижении выбросов углерода от лесов, связанных со снижением обезлесения, выбросы в результате деградации лесов значительно возросли в период с 1990 года по 2015 год – с 0,4 до 1,0 гигатонн  $\text{CO}_2$  в год соответственно. Деградация лесов представляет собой уменьшение плотности биомассы дерева вследствие антропогенных или естественных причин, таких как вырубка, лесные пожары, сильные порывы ветра и другие стихийные бедствия [7]. В период с 2000 года по 2010 год обезлесение нанесло ежегодный ущерб приблизительно 13 млн. га леса; чистая потеря леса составила 5,2 млн га в год с учетом облесения и естественного расширения лесов [8].

#### **Связь исследования с важными научными и практическими задачами**

Планета Земля на данном уровне развития является замкнутой системой с большими, но безграничными запасами ресурсов. При этом многие из них, в частности минераль-

ные, являются невозобновляемыми. Потребление ресурсов в масштабах мировой экономики возрастает экспоненциально или, по крайней мере, линейно, что уже сейчас привело к исчерпанию или труднодоступности некоторых видов природных ресурсов.

Системный анализ показывает, что создание единой глобальной системы организационного управления биологическими ресурсами Земли является востребованным. В дальнейшем такая система должна быть составной частью глобальной экспертной системы оценки и управления биоресурсами Земли, включающей также региональные и национальные центры мониторинга окружающей среды и природоохранных организаций. Поэтому глобальную систему организационного управления ресурсами целесообразно создать под эгидой ООН.

Современные информационно-телекоммуникационные технологии позволяют сегодня в режиме реального времени собрать, переработать, проанализировать информацию и принять оперативное решение для оптимального управления. Глобальные информационно-компьютерные технологии позволяют создавать эффективную систему организационного управления биоресурсами планеты Земля и автоматизации интеллектуальной деятельности человека на основе синергетического подхода. Синергетический подход – это качественно новый уровень миропонимания, который открывает новое отношение человека к миру и к самому себе [1]. В этом центральное место занимает проблема формализации процессов принятия решений, поскольку именно она является обя-

зательным и многократно повторяющимся этапом любой целенаправленной деятельности.

На сегодня существуют различные модели и процедуры управления отдельными видами ресурсов. Например, водными, лесными, земельными ресурсами и т.д. Но единая система оценки и организационного управления всеми биологическими ресурсами Земли с учетом их взаимосвязи отсутствует ввиду глобальности задачи, а также в связи со сложностью создания унифицированной системы измерения для разных видов ресурсов. Авторы статьи предлагают свой подход к решению этой глобальной проблемы.

#### Результаты исследований

В настоящее время на планете Земля существуют 193 независимых государств-членов ООН. Каждое государство в пределах своей компетенции имеет свою территорию, население, природные ресурсы, воздушное пространство, промышленность, сельское хозяйство и другие. Национальные нормативно-правовые акты регулируют ведение хозяйственной деятельности на территории суверенного государства. В большинстве случаев они сильно отличаются своей законодательной базой и отношением к биоресурсам Земли. Развитые государства стремятся постоянно получать дешевое сырье от территорий других, менее развитых, государств. И это подрывает баланс ресурсов.

Рассмотрим более подробно балансовую математическую модель управления биоресурсами государства. Введем следующие обозначения:

$PS_i^k$  – общий потенциал ресурсов  $i$ -го государства в  $k$ -м году. Если

$PS_i^k < 0$ , то данное государство живет за счет потенциала других государств;

$RS_i^k$  ( $RS_i^k \geq 0$ ) – потребленный потенциал ресурсов  $i$ -го государства в  $k$ -м году;

$TS_i^k$  ( $TS_i^k \geq 0$ ) – восстановленный потенциал ресурсов  $i$ -го государства в  $k$ -м году.

Потребленный потенциал ресурсов  $RS_i^k$  включает потребленные  $i$ -м государством в  $k$ -м году ресурсы: воду, кислород, уничтоженные лесные и земельные ресурсы, вылов рыбы, использованные полезные ископаемые и электричество, а также различные выбросы в атмосферу. При этом если государство проводит боевые действия на своей территории или на территории других государств, то это тоже входит в потребленный потенциал (гибель и ранение людей; загрязнение территорий и разрушение населенных пунктов). Необходимо учитывать и разнообразные глобальные аварии и пожары на больших территориях (например, авария на Чернобыльской АЭС; катастрофа на АЭС Фукусима-1; взрывы в китайском городе Тяньцзинь; лесные и торфяные пожары; торнадо и цунами; и т.д.). При этом если авария с серьезными экологическими последствиями происходит на нейтральной территории или на территории «чужого» государства, то утраченный потенциал следует засчитывать государству, которому принадлежит средство катастрофы (например, авария на танкере с утечкой нефти в море; крушение космического корабля или самолета и т.д.).

При этом все перечисленные виды потребления потенциала ресурсов имеют различные единицы измерения. Одним из вариантов решения этой проблемы является перевод раз-

личных единиц измерения ресурсов в денежные, например, в доллары США. Для этого соответствующее потребление ресурсов будем считать, как сумму финансовых ресурсов, необходимых для восстановления потребленных (например, сумма финансовых затрат необходимых для промышленного производства 1 тонны кислорода, посадки и выращивания 1 гектара леса, разведения и выращивания 1 тонны рыбы и т.д.). При этом есть также невозполнимые потребления потенциала ресурсов – добытые и использованные полезные ископаемые. В этом случае можно рассчитать стоимость потребленных ресурсов по цене на данный момент. Для большей точности можно выбрать цены на ресурсы на международных биржах на определенную дату (цены на ресурсы, в частности, на нефть могут меняться каждый день) и установить как эталон расчетов потребленных ресурсов.

Восстановленный потенциал ресурсов  $TS_i^k$  включает в себя восстановленные  $i$ -м государством в  $k$ -м году ресурсы: природный запас воды и очистка сточных вод (химическая, физическая и биологическая); имеющиеся и восстановленные лесные ресурсы; рекультивация земель; выращивание малька рыбы; очистка промышленных выбросов с максимально возможным коэффициентом очищения; строительство альтернативных электростанций (солнечных, ветряных и т.д.); увеличение количества электромобилей; минимизация количества дизельных и бензиновых автомобилей, уменьшая выбросы из них; улучшение качества продуктов питания и медицинского обслуживания и т.д.

Тогда общий потенциал ресурсов  $i$ -го государства на 1 января  $k+1$ -го года составит:

$$PS_i^k = PS_i^{k-1} - RS_i^k + TS_i^k. \quad (1)$$

Очевидно, что если  $RS_i^k < TS_i^k$ , то общий потенциал  $i$ -го государства увеличивается по сравнению с предыдущим годом. Если  $RS_i^k > TS_i^k$ , то общий потенциал уменьшается. Если  $RS_i^k = TS_i^k$ , то общий потенциал остается таким же, как и в прошлом году.

Для увеличения общего потенциала ресурсов  $i$ -го государства необходимо, чтобы  $\begin{cases} RS_i^k \rightarrow \min, \\ TS_i^k \rightarrow \max \end{cases}$  или эту систему можно было представить в виде соответствующего соотношения  $\frac{TS_i^k}{RS_i^k} \rightarrow \max$ .

Значение  $PS_i^k$  при необходимости можно также сравнивать с общим среднегодовым потенциалом

$$PS_{\text{среднее}}^k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n PS_i^k, \text{ где } n - \text{число рас-}$$

считываемых государств. В исследуемых группах государств могут рассматриваться все страны мира или определенные группы стран: развитые, развивающиеся, азиатские, европейские, африканские и т.д. Для сравнения эффективности сохранения и даже увеличения потенциала ресурсов разных государств за  $k$ -й год лучше всего использовать коэффициент

$$\mu_i^k = \frac{PS_i^k}{PS_i^{k-1}}. \text{ Потенциал } i\text{-го государства за } k\text{-й год увеличен, если } \mu_i^k > 1. \text{ При этом наибольший эффект увеличения потенциала ресурсов за } k\text{-й год равен } \mu_{\max}^k = \max_i \mu_i^k.$$

Если же нужно подсчитать изменение потенциала ресурсов  $i$ -го государства за несколько лет  $PS_i^{m^*k^*n}$  по сравнению с  $PS_i^m$ , то получим:

$$PS_i^{m \leq k \leq n} = PS_i^m - \sum_{k=m}^n RS_i^k + \sum_{k=m}^n TS_i^k .$$

Если же нужно подсчитать изменение потенциала ресурсов  $n$  государств, то в этом случае имеем:

$$\sum_{i=1}^n PS_i^k = \sum_{i=1}^n PS_i^{k-1} - \sum_{i=1}^n RS_i^{k-1} + \sum_{i=1}^n TS_i^{k-1} .$$

При вычислении изменения потенциала ресурсов за определенный период можно вместо суммирования использовать интегрирование по времени  $t$ . Это позволит также определить динамичность развития экономики государства и мировой экономики в целом.

Поскольку для решения задачи сохранения и приумножения потенциала ресурсов финансовые, технологические и другие возможности государств ограничены, то каждому государству необходимо определить, какое из альтернативных решений по данному вопросу в каждый конкретный момент важнее. Возникает проблема принятия решения. Известно, что процедура принятия решения состоит из четырех общих этапов: определение цели; выделение множества возможных решений; формирование оценки, позволяющее установить отношение порядка на множестве решений (задача оценивания); выбор лучшего решения (задача оптимизации). Концептуальным из перечисленных этапов является этап оценивания. Это центральная задача процесса принятия решения, которая занимает основное место в автоматизации интеллектуальной деятельности человека. Человеческий фактор необходимо учитывать во всем многообразии исследований, моделях, алгоритмах и он является основополагающим.

Если  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_e\}$  – множество факторов влияющих на уменьшение потенциала ресурсов, выраженных в

стоимостном эквиваленте на единицу измерения каждого отдельно взятого фактора,  $\mathcal{O}_{ij}^k$  общий объем  $j$  фактора в  $k$ -м году для  $i$ -го государства, а  $\alpha_{ij}^k$  часть потребления  $j$  фактора в отношении к общему объему в  $k$ -м году для  $i$ -го государства. При этом  $0 \leq \alpha_{ij}^k \leq 1$  для всех допустимых значений  $i, j, k$ . Тогда

$$RS_i^k = \sum_{j=1}^e RS_{ij}^k = \sum_{j=1}^e \alpha_{ij}^k \Delta_{ij}^k b_j ,$$

$$\text{где } RS_{ij}^k = \alpha_{ij}^k \Delta_{ij}^k b_j .$$

Например,  $i$ -е государство на начало  $k$ -го года имеет  $n$  гектаров леса ( $j$  фактор), один гектар которого в стоимостном эквиваленте приравнивается к  $b_j$  тысяч долларов США. В  $k$ -м году в государстве планируется обезлесение  $m$  гектаров леса. Тогда

$$\alpha_{ij}^k = \frac{m}{n}, \Delta_{ij}^k = n \text{ и } RS_{ij}^k = \alpha_{ij}^k \Delta_{ij}^k b_j = m b_j .$$

При этом на сегодня стоимость 1 гектара леса приравнивается к общей стоимости кубометров древесины, которую можно из него получить. В нашем подходе эта стоимость должна включать, кроме стоимости древесины, еще и стоимость:

- создаваемого лесным массивом воздушного баланса района, выраженного производством кислорода и поглощением  $CO_2$ ;
- поддержания водного баланса территории (удержание и испарение огромного количества воды, а за счет этого уменьшение возможных наводнений и засух и общая регуляция климата района произрастания леса);
- поглощения лесом пыли;
- произрастающих в лесном массиве ягод, грибов, растений, а также общую стоимость проживающих на территории массива животных, птиц, насекомых и микроорганизмов;

- восстановления уничтоженного леса (выращивания саженцев деревьев, подготовки участка к посадке, самой посадки и дальнейшего ухода за ростом деревьев) и т.д.

Если  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_r\}$  – множество факторов, влияющих на увеличение потенциала ресурсов выраженных в стоимостном эквиваленте на единицу измерения каждого отдельно взятого фактора, то  $\lambda_{iq}^k$  – общий объем возможного восстановления  $q$  фактора в  $k$ -м году для  $i$ -го государства, а  $\beta_{iq}^k$  – часть восстановления  $j$  фактора в отношении к общему возможному объему в  $k$ -м году для  $i$ -го государства. При этом  $0 \leq \beta_{iq}^k \leq 1$  для всех допустимых значений  $i, j, k$ . Тогда

$$TS_i^k = \sum_{q=1}^r TS_{iq}^k = \sum_{q=1}^r \beta_{iq}^k \lambda_{iq}^k c_q,$$

где  $TS_{iq}^k = \beta_{iq}^k \lambda_{iq}^k c_q$ .

Но так как средства, выделяемые  $i$ -м государством в  $k$ -м году на восстановление потенциала ресурсов ограничены общей суммой возможных затрат  $Q_i^k$ , то если восстановление одной единицы измерения  $q$  фактора для  $i$ -го государства в  $k$ -м году составляет  $\omega_{iq}^k$  тысяч долларов США, то получаем ограничительное неравенство по общим возможным затратам:

$$\sum_{q=1}^r \beta_{iq}^k \lambda_{iq}^k \omega_{iq}^k \leq Q_i^k. \quad (2)$$

В этом случае формулу (1) можно представить в виде системы:

$$\begin{cases} PS_i^k = PS_i^{k-1} - \sum_{j=1}^e \alpha_{ij}^k \Delta_{ij}^k b_j + \sum_{q=1}^r \beta_{iq}^k \lambda_{iq}^k c_q \\ \sum_{q=1}^r \beta_{iq}^k \lambda_{iq}^k \omega_{iq}^k \leq Q_i^k \end{cases}. \quad (3)$$

При этом стоит задача, изменяя значения коэффициентов  $\alpha_{ij}^k$  и  $\beta_{iq}^k$  в пределах допустимых значений, найти для  $i$ -го государства оптималь-

ное решение для увеличения потенциала ресурсов:

$$PS_i^k \rightarrow \max. \quad (4)$$

При решении задачи сохранения потенциала ресурсов необходимо также помнить, что реальный синергетический мир – не детерминированный, а вероятностный. Поэтому используемые в современной науке представления о трансцендентности принципа причинности является излишним. Оно вносит соответствующее недоразумение в разработку физических и математических моделей окружающей среды. Более того, механистический и физический подходы к познанию мироздания не включают феномен сознания, вследствие чего они фундаментально неполные, нецелостные [1].

Поэтому формулу (2) можно представить в виде:

$$PS_i^k = PS_i^{k-1} - \sum_{j=1}^e \alpha_{ij}^k \Delta_{ij}^k b_j + \sum_{q=1}^r \beta_{iq}^k \lambda_{iq}^k c_q - \sum_{j=1}^e \gamma_{ij}^k m_{ij}^k b_j + \sum_{q=1}^r \theta_{iq}^k y_{iq}^k c_q, \quad (5)$$

где  $\gamma_{ij}^k$  – вероятность, а  $m_{ij}^k$  – объем возможного непредвиденного уменьшения потенциала ресурсов в  $k$ -м году для  $i$ -го государства в результате пожаров, техногенных аварий, стихийных бедствий и т.д.,  $\theta_{iq}^k$  – вероятность, а  $y_{iq}^k$  – объем возможного непредвиденного увеличения потенциала ресурсов в  $k$ -м году для  $i$ -го государства. Например, в 90-е годы в результате распада Советского Союза многие промышленные и сельскохозяйственные предприятия разорились и вынуждены были остановить свою работу и перестали загрязнять окружающую среду своими выбросами и т.д.

На восстановление последствий техногенных аварий или стихийных

бедствий требуются также дополнительные денежные средства из государственного резерва соответствующего государства. При этом задача (4) поиска оптимального решения для увеличения потенциала ресурсов  $i$ -го государства в  $k$ -м году значительно усложняется.

Некоторые методы и алгоритмы многокритериального оценивания и принятия решений в нестационарных системах рассмотрены и предложены в [9]. Так как значения коэффициентов  $\alpha_{ij}^k$ ,  $\beta_{iq}^k$  и вероятностей  $\gamma_{ij}^k$ ,  $\theta_{iq}^k$  в формуле (5) принадлежат отрезку  $[0; 1]$ , то в этом случае возможно использование теории нечетких множеств [10].

В общем случае нужно еще учитывать принцип последствия. Это можно объяснить на простых примерах. Если срезается дерево, то оно не будет вырабатывать кислород и поглощать пыль не только в год, когда это случилось, но и во все последующие годы. И даже если на его месте сразу посадить новое деревце, то оно еще очень долго не будет компенсировать понесенную потерю. Или второй пример. В реку сбросили неочищенные стоки. В результате загрязнения погибла рыба и проживавшие там организмы, а также водные растения. В этом случае также на полное восстановление и очищение реки нужен не один год. Еще один пример. В Украине на Закарпатье после распада Советского Союза началось массовое уничтожение буковых лесов. В это же время в Карпатах начались сильные ежегодные наводнения, одной из важных причин которых является результат деятельности человека. Ведь в вегетационный период одно дерево бука потребляет до 400 литров воды в день.

Кроме того, бук ежедневно выделяет в атмосферу до 5 кг кислорода и поглощает до 6 кг углекислого газа. Таким образом, он очищает до 20 м<sup>3</sup> воздуха ежедневно [11].

### Выводы

С целью сохранения потенциала ресурсов каждое отдельно взятое государство и регионы в целом изменением законодательства, системой льготных условий налогообложения и тарификации, а также системой штрафных санкций по множеству наиболее значимых для него факторов может принуждать промышленные и агропромышленные предприятия следовать в определенном направлении изменения потенциала ресурсов в лучшую сторону. Это может в последующие годы максимально приблизить значения  $\alpha_{ij}^k$  и  $\beta_{ij}^k$  к оптимальным значениям для данной задачи управления потенциалом ресурсов государства. Например, увеличивая величину штрафов за выбросы вредных веществ в атмосферу или за загрязнение воды и создавая систему льготных условий на установку самых современных фильтров и очистных сооружений, можно стимулировать предприятия к установке этого оборудования на своих производственных кластерах. Увеличивая стоимость электроэнергии, но при этом, стимулируя зеленый тариф, можно добиться увеличения альтернативных возобновляемых источников энергии. Поскольку разные государства имеют разные площади своих территорий и разное количество населения, то без нормирования усложняется возможность сравнения их потенциалов. Поэтому указанные значения сохранения потенциала ресурсов должны

быть нормированы на площадь в 1 кв. км или на 1 тысячу человек проживающих в стране. Для этого нужно значение потенциалов государств разделить на их площадь в квадратных километрах (нормировка потенциала государства на площадь в 1 кв. км) или значение потенциалов государств разделить на количество их населения в тысячах человек (нормировка потенциала государства из расчета на 1 тысячу населения страны).

Мы рассмотрели задачу сохранения и увеличения потенциала биоресурсов государства. Это обобщенное понятие, которое включает в себя и более узкие задачи, такие как очищение сточных вод, утилизация мусора, регенерация земли и т.д., и более глобальные, такие как изменения климата, улучшения экологии, сохранения лесных ресурсов, сохранения водных ресурсов и т.д. Но все эти задачи и узкие и глобальные между собой взаимосвязаны, поскольку фундаментальным качеством живой природы и человека является их синергетичность. Например, без замедления глобального изменения климата на Земле сложно сохранить экологию, лесные и водные ресурсы и т.д. Без сохранения каждого из перечисленных видов ресурсов нельзя остановить изменение климата и сохранить другие перечисленные виды ресурсов. Конечно, можно отдельно решать проблему оптимального управления каждой из этих более узких задач и ее правильное решение имеет очень большое значение для дальнейшего существования человечества на планете Земля. Но это фрагментарное решение дает результат на короткое время и не обеспечивает кардинального улучшения на долгосрочной

перспективе. Поэтому необходимо решить глобальную задачу сохранения потенциала биологических ресурсов всей планеты Земля как единой неделимой системы организационного управления.

Человечество уже понимает возможные последствия при изменении климата. Это подтверждает Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата и состоявшаяся в Париже в конце 2015 года Конференция ООН по вопросам климатических изменений, в результате которой подготовлен документ «Рамочная конвенция об изменении климата». Страны-члены ООН будут подписывать его, начиная с 22 апреля 2016 года [12, 13].

#### **Перспективы использования результатов исследования**

Имея оптимальное решение задачи сохранения потенциала ресурсов, каждое отдельно взятое государство может реализовывать его в реальной жизни. При этом нужно понимать, что каждое государство будет иметь свою индивидуальную модель организационного управления, но с учетом интересов соседних с ним государств. При этом необходимо отметить, что все рекомендации будут учитывать климатические условия и географическое положение государства: в каких условиях необходимы ветровые генерации, а в каких солнечные генерации электроэнергии, на каких расстояниях и где необходимо их устанавливать. Таким образом, в каждом государстве появятся практические рекомендации по сохранению и улучшению потенциала ресурсов с учетом всей полноты специфики государства. Необходимо обратить особое внимание на фактор

коррупции в государстве. Известно, что иногда предприятию выгодно заплатить взятку чиновнику, чем платить штрафы или устанавливать очистное оборудование.

Государства, имея указанную систему организационного управления биоресурсами, могут создавать долгосрочные программы сохранения потенциала своих ресурсов, корректируя ее через определенные промежутки времени с учетом всех происходящих природных и антропогенных явлений (например, стихийные бедствия, техногенные аварии, пожары и т.д.). А международные организа-

ции могут создавать региональные или всемирные программы сохранения потенциала биоресурсов Земли с учетом конкретных возможностей и особенностей каждого из государств, объединенных в региональные или в глобальные группы.

Главной задачей глобальной системы организационного управления ресурсами является сохранение и улучшение потенциала биологических ресурсов планеты Земля. А это, в свою очередь, обеспечит более комфортные условия для всего живого, прежде всего, для человека ради сохранения жизни на Земле.

#### Литература

1. Ораз Туркмен. Синергетическая теория Жизни: природа, алгоритм, самопостижение, осознанная эволюция. – Киев: Наукова думка, 2009. – 112 с.
2. Природа и человек / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sportzal.com/post/2620/>.
3. Мировые ресурсы. Ресурсы мирового хозяйства / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ereport.ru/articles/mirecon/mirres.htm>.
4. Дерево. Материал из Фактографии – интересной энциклопедии / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru.factografia.com/wiki/Дерево>.
5. Глобальная оценка лесных ресурсов 2010 года. Документ ФАО по лесному хозяйству / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/014/i1757r/i1757r.pdf>.
6. Структура лесных запасов и особенности лесопользования в мире и РФ / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://studopedia.org/1-20472.html>.
7. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Выбросы углерода от лесов снизились на 25% в период 2001-2015 гг. / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fao.org/news/story/ru/item/281350/icode/>.
8. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Лесное хозяйство / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/014/am859r/am859r08.pdf>.
9. Овезгельдыев А.О., Петров Э.Г., Петров К.Э. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации. – Киев: Наукова думка, 2002. – 163 с.
10. Zadeh L.A. Fuzzy sets. Information and control, 1965, 8, p. 338-353.
11. Характеристика древесины. Бук / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://les.novosibdom.ru/node/405>.
12. Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kprus.pdf>.
13. Конференция по климату в Париже (2015) / [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Конференция\\_по\\_климату\\_в\\_Париже\\_\(2015\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Конференция_по_климату_в_Париже_(2015)).



---

---

# СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

---

---

УДК 504.4.054:627.81

## УЛУЧШЕНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ВОДОХРАНИЛИЩА ЗА СЧЕТ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЕГО ГЛУБИНЫ

**Анахов П.В.**

Государственный университет телекоммуникаций  
ул. Соломенская, 7, 03110, г. Киев  
anakhov@i.ua

На примере высокогорного водохранилища с существенно ледниковым питанием показан беззатратный метод оптимизации глубины водохранилища с прогнозируемыми колебаниями характерных длиннопериодных волн. В качестве критерия оптимальности принято совпадение частот собственных колебаний водного бассейна и его гидрографа. Это приводит к возбуждению сейш, что способствует улучшению водного режима. *Ключевые слова:* возбуждение сейш, ледниковый приток, резонанс колебаний волн, частота сейш.

**Поліпшення водного режиму водосховища за рахунок регулювання його глибини.** Анахов П.В. На прикладі високогірного водосховища з істотно льодовиковим живленням показаний безвитратний метод оптимізації глибини водосховища із прогнозованими коливаннями характерних довгоперіодних хвиль. В якості критерія оптимальності прийнято збіг частот власних коливань водного басейну і його гідрографа. Це приводить до збудження сейш, що сприяє поліпшенню водного режиму. *Ключові слова:* збудження сейш, льодовикова притока, резонанс коливань хвиль, частота сейш.

**Improvement the water conditions of the reservoir by adjusting of its depth.** Anakhov P. On the example of the mountain reservoir with essential glacial inflow we show cost-free method for optimizing the depth of the reservoir with predictable oscillations of typical long-period waves. As the criterion of optimality accepted coincidence of frequencies of oscillation of the water basin and its hydrograph. This leads to the triggering of seiches, which improves water conditions. *Keywords:* triggering of seiches, glacial inflow, resonance of waves oscillation, frequency of seiches.

В 453 км от истока горной реки Катунь у ледника Геблера, в створе проектируемой ранее Катунской ГЭС (1,5 км выше деревни Еланда), намечается возведение Алтайской ГЭС установленной мощностью 140 МВт [1].

При строительстве плотины русло реки превращается в водоем, что приводит к уменьшению турбулентного перемешивания воды, изменению режима течений, повышению стратификации, сокращению количества

растворенного кислорода, изменению солености. Все это влияет на осадконакопление, миграцию наносов, биологическую продуктивность, биоценоз, рыбное хозяйство и может привести в определенных условиях к ухудшению условий самоочищения воды [2].

Водохранилище Алтайской ГЭС объемом 0,21 км<sup>3</sup> представляет собой расширенный участок реки с обновлением объема в среднем через каждые 4-5 суток. Однако во время зимней межени, когда объем водохранилища будет обновляться за 25-30 суток, все же возможна температурная стратификация [1]. В этот период поступление кислорода в слой гипolimниона затруднено, тогда как потребление его в придонных слоях агентами, находящимися в воде, происходит интенсивно [3].

Конструкции основных сооружений Алтайской ГЭС запроектированы таким, чтобы было возможно увеличивать её мощность и выработку электроэнергии. Необходимые для этого увеличение полезного объема водохранилища и напора на турбинах плотины производятся за счет наращивания высоты плотины. Практически возможно так нарастить плотину, что установленная мощность Алтайской ГЭС достигнет 1 600 МВт, что соответствует установленной мощности проектируемой ранее Катунской ГЭС [4]. Увеличение объема неминуемо приведет к повышению стратификации как в зимний, так и в летний периоды.

Для перемешивания водных масс в условиях стратифицированных водохранилищ применяются различные методы, которые способствуют улучшению водного режима. Изменяют

такие его элементы – уровень воды, скорость течения, внешний и внутренний водообмены водохранилищ в целом или на отдельных их участках; используют регулируемый по глубине водозабор [2].

Наблюдения свидетельствуют об интенсивных смещениях водных масс при колебаниях сейш – стоячих водяных волн, частота которых совпадает с частотой собственных колебаний водного бассейна (рис. 1).

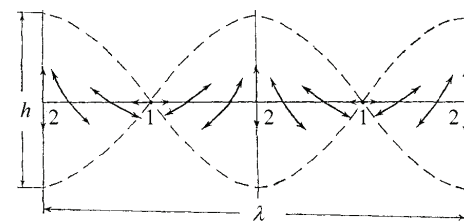


Рис. 1. Схема сейшевой волны: 1 – узлы; 2 – пучности;  $h=2A$  – высота волны, где  $A$  – амплитуда;  $\lambda$  – длина волны [5]

На рис. 1 показаны три положения поверхности воды при воздействии волн: два крайних (пунктирные линии) и среднее (сплошная линия). Стрелками на линии среднего уровня показаны орбиты частиц в различных точках волнового профиля.

Колебания приводят к значительному перемешиванию, а следовательно, и к выравниванию по вертикали температуры воды, увеличению содержания в ней растворенного кислорода, взвешенных и растворенных веществ [3].

### Методика исследований

Характерной особенностью рек ледникового питания является закономерный внутрисуточный ход стока в теплый период года. В соответствии с изменением теплового баланса

поверхности ледника внутрисуточный гидрограф имеет циклический пилообразный или волнообразный вид с одним максимумом и одним минимумом за сутки. На рис. 2 представлен пример, наиболее правдиво, с точки зрения Г. Н. Голубева, иллюстрирующий внутрисуточный ход стока  $Q$ .

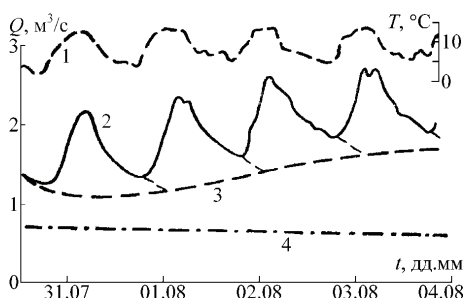


Рис. 2. Внутрисуточный ход и расчленение стока с горноледникового бассейна Джанкуат (Кабардино-Балкария) в ясные дни 31.07-04.08.1970 года: 1 – температура воздуха; 2 – сток с открытого льда; 3 – сток из фирновой области, 4 – сток с неледниковой части бассейна [6]

Согласно принципу комбинационного резонанса селективный отклик колебательной системы (водной массы водохранилища) на воздействие с частотой, близкой к частоте ее собственных колебаний, может происходить при условии кратного или дробного соотношений частот сейш и возбуждающей одиночной волны. Таким образом стоячая волна возбуждается при совпадении частот свободных колебаний водохранилища с частотой ледникового стока. Условие возбуждения водной массы запишется следующим образом [7]:

$$nf_S \approx f_T, \quad (1)$$

где  $f_S$ ,  $f_T$  – частоты сейшевой и внешней, приточной, волн, соответ-

ственно;  $n = (\overline{1/n}) \vee (\overline{1/n})$  – коэффициент;  $\vee$  – знак дизъюнкции.

Изменение глубины озера Севан (Армения) в прошлом столетии вызвало изменение частоты стоячих волн. При анализе явления в прямоугольном бассейне с горизонтальным дном обнаружена закономерность модулирования частоты колебаний сейш функцией глубины воды. Эффект можно объяснить обобщенной формулой Мериана [7]:

$$f(t)_S^{ab} = 1800 \sqrt{g \times D(t)} \sqrt{\left(\frac{a}{L(t)}\right)^2 + \left(\frac{b}{W(t)}\right)^2},$$

$$L(t) = \text{const}, W(t) = \text{const}, \quad (2)$$

где  $f(t)$  – закон изменения частоты сейшевых колебаний, ц/час (циклов в час);  $f$  – характерная частота, ц/час.;  $t$  – время;  $a = \overline{1/a}$ ,  $b = \overline{1/b}$  – количество узлов продольной и поперечной сейш, соответственно;  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> – ускорение свободного падения;  $D$ ,  $L$ ,  $W$ ,  $D(t)$ ,  $L(t)$ ,  $W(t)$  – характерные глубина, длина, ширина бассейна и законы их изменения, соответственно.

Относительную амплитуду сейшевой волны  $A_S$ , возбужденной ледниковым стоком (коэффициент усиления), можно рассчитать по формуле [8]:

$$A_S = \left\{ \left[ 1 - \frac{f_T}{f_S} \right]^2 + Q^{-2} \left[ \frac{f_T}{f_S} \right]^2 \right\}^{-1/2}, \quad (3)$$

где  $Q$  – добротность водоема, определяющая потери энергии в колебательной системе и ширину полосы частот резонанса.

Основным фактором, определяющим потери энергии в замкнутом бассейне, является трение воды о дно. Обычно оно довольно мало, поэтому в озерах следует ожидать высоких значений добротности. В полужамкнутых бассейнах, таких как

гавани, значительны потери энергии за счет излучения в открытое море. То. сужение устья при строительстве плотин для защиты от внешних ветровых волн и зыби способствует увеличению добротности гавани, и, следовательно, приводит к усилению внутренних, сейшевых, колебаний. Для прямоугольного водоема с горизонтальным дном добротность можно рассчитать по формуле [8]:

$$Q = \frac{L}{W}. \quad (4)$$

Морфометрические характеристики прямоугольного водоема дополняет относительная ширина устья  $\mathcal{G} = W_m / W$ , где  $W_m$  – ширина устья. Относительная ширина устья может изменяться в пределах от 1 (полностью открытая с одной стороны бухта) до 0 (бесприточное, бессточное озеро). Для случаев, когда  $Q \gg 1$

и  $\mathcal{G} < 1,0$ , резонансные частоты на уровне половинной мощности  $f_{1/2}$  можно рассчитать по формуле [8]:

$$\left\{ \begin{array}{l} f_{1/2}^- = f_s \left( 1 - \frac{1}{2Q} \right); \\ f_{1/2}^+ = f_s \left( 1 + \frac{1}{2Q} \right) \end{array} \right\}. \quad (5)$$

Соответствующая ширина полосы частот резонанса  $\Delta f = f_{1/2}^+ - f_{1/2}^-$  составит [8]

$$\Delta f = \frac{f_s}{Q}. \quad (6)$$

**Результаты исследований**

В табл. 1 приводится сравнительная характеристика основных справочных параметров Алтайской и Катунской ГЭС. В табл. 2 приводится сравнительная характеристика рассчитанных параметров водохранилищ Алтайской и Катунской ГЭС.

Таблица 1

**Справочные параметры Алтайской и Катунской ГЭС**

Параметры	Алтайская ГЭС	Катунская ГЭС
Мощность, МВт [1]	140	1 600
Высота плотины, м [1]	50	170
Нормальный подпорный уровень, м [1]	490	610
Морфометрические характеристики водохранилища:		
- объем $V$ , км <sup>3</sup> [1]	0,21	5,88
- площадь $S$ , км <sup>2</sup> [1]	12,1	87,0
- длина $L$ , км	24,7 [1]	73 [9]

Таблица 2

**Рассчитанные параметры водохранилищ Алтайской и Катунской ГЭС**

Параметры	Формула	Алтайская ГЭС	Катунская ГЭС
Средняя глубина, м	$\bar{D} = V / S$	17,4	67,6
Средняя ширина, км	$\bar{W} = S / L$	0,490	1,192

Закінчення таблиці 2

Частота продольной одноузловой сейши, ц/час.	(2)	0,951	0,635
Добротность водохранилища, ед.	(4)	50	61
Ширина полосы частот резонанса, ц/час.	(6)	0,018	0,011
Резонансные частоты на уровне половинной мощности, ц/час.:	(5)		
- $f_{min}$ ц/час.		0,908	0,662
- $f_{max}$ ц/час.		0,926	0,672

Полагая зависимость частоты сейш от глубины  $f_s(\bar{D})$  линейной, покажем результирующую зависимость амплитуды резонансных приточно-сейшевых волн в водохранилище Алтайской (Катунской) ГЭС от среднего уровня воды (рис. 3).

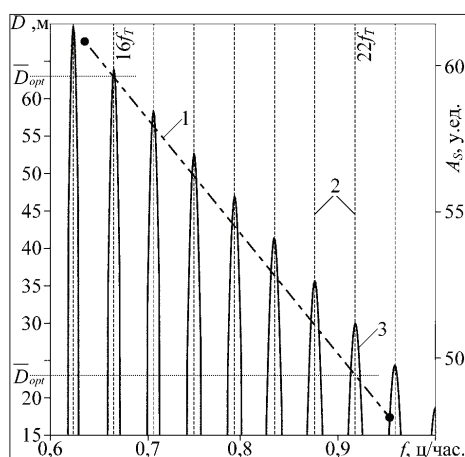


Рис. 3. Зависимость амплитуды резонансных приточно-сейшевых волн в водохранилище Алтайской ГЭС от уровня воды: 1 – частота сейшевых колебаний; 2 – частоты колебаний, кратных частоте волны ледникового стока; 3 – амплитуды резонансных волн

Частота волны ледникового стока  $f_T$  при длительности периода 24 часа составляет  $1/24$  циклов в час, кратные частоты в соответствии с формулой (1) представлены рядом  $nf_T$ . В диа-

пазон частот сейшевых колебаний водохранилища Алтайской ГЭС при изменении его объема (в соответствии с [4]) попадают следующие волны:  $16f_T=0,667$ ;  $17f_T=0,708$ ;  $18f_T=0,750$ ;  $19f_T=0,792$ ;  $20f_T=0,833$ ;  $21f_T=0,875$ ;  $22f_T=0,917$  ц/час.

Полагая зависимость добротности водохранилища сейш от глубины  $Q(\bar{D})$  линейной, представим резонансную кривую водохранилища (отклик на ледниковый приток). Расчетные оптимумы  $\bar{D}_{opt}$  определяются по совпадению частот, кратных притоку, и собственных колебаний водохранилища. На рис. 3 отмечены резонансные частоты для крайних колебаний ряда и соответствующие им глубины.

### Выводы

Предложенный беззатратный метод определения глубины водохранилища обеспечивает совпадение частот собственных колебаний водного бассейна и его гидрографа. Это приводит к возбуждению сейш, что способствует улучшению водного режима. Сейшевое перемешивание водных масс найдет применение при оптимизации глубины водохранилищ, которым свойственны длиннопериодные приливо-отливные волны, сгонно-нагонные волны прогнозируемой длительности.

**Література**

1. ОВОС по обоснованию инвестиций в строительство Алтайской ГЭС на реке Катунь в Республике Алтай [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecoclub.nsu.ru/katun/new/new3.shtml>.
2. Гидроэнергетика и окружающая среда / Под. ред. Ю. Ландау, Л. Сирено. – К.: Либра, 2004. – 484 с.
3. Арсеньева Н. М., Давыдов Л. К., Дубровина Л. Н., Конкина Н. Г. Сейши на озерах СССР. – Л.: изд-во Ленинградского университета, 1963. – 184 с.
4. Енгоян О. З. ГЭС на реке Катунь: факты и аргументы / Проблемы устойчивого развития Обь-Иртышского бассейна / Под ред. Ю. Р. Широкова, Н. Л. Чубыкиной. – Новосибирск: ИСАР-Сибирь, 2005. – С. 86-89.
5. Егоров Н. И. Физическая океанография. Изд. 2-е, доп. и перераб. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 455 с.
6. Голубев Г. Н. Гидрология ледников. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 248 с.
7. Анахов П. В. Використання мікросейсмогенних явищ для розвантаження тектонічних напружень // Геофизический журнал. – 2014. – Т. 36, №5. – С. 128-142.
8. Rabinovich A. B. Seiches and Harbor Oscillations // Handbook of Coastal and Ocean Engineering (ed. by Y. C. Kim). – Singapore: World Scientific Publ., 2009. – P. 193-236.
9. Заключение по эколого-экономической экспертизе проекта Катунской ГЭС с контррегулятором (Чемальская ГЭС) / СО АН СССР, 1989. – 31 с.

## ІНТРОДУКЦІЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ РОЗМНОЖЕННЯ СОРТІВ УНАБІ (*ZIZYPHUS JUJUBA* MILL.) В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Красовський В.В.

Хорольський ботанічний сад  
вул. Кременчуцька 1/79, офіс 46, м. Хорол, Полтавська обл.  
horolbotsad@gmail.com

Подается інформація про інтродукцію унабі (*Zizyphus jujuba* Mill.) в лісостеповій зоні України. Встановлено, що кліматичні умови Лісостепу України сприятливі для проходження повного циклу сезонного розвитку досліджуваних рослин. Плоди інтродукованих крупноплідних сортів дозрівають, а насіння дрібноплідних та частина середньоплідних форм здатне проростати, що свідчить про успішну інтродукцію виду. Через обмеженість у місцевому посадковому матеріалі особливої актуальності набуває питання вдосконалення способів розмноження сортів унабі. Показано переваги розробленого та запропонованого для широкого застосування способу окулірування рослин унабі двома щитками вприклад у один надріз. *Ключові слова:* лісостепова зона України, інтродукція, унабі, вдосконалення способу розмноження сортів.

**Интродукция и особенности размножение сортов унаби (*Zizyphus jujuba* mill.) в Лесостепи Украины.** Красовский В.В. Представляется информация об интродукции унаби (*Zizyphus jujuba* Mill.) в лесостепной зоне Украины. Установлено, что климатические условия Лесостепи Украины благоприятны для прохождения полного цикла сезонного развития исследуемых растений. Плоды интродуцированных крупноплодных сортов созревают, а семена мелкоплодных и часть среднеплодных форм способны прорасти, что свидетельствует об успешной интродукции вида. Из-за ограниченности в местном посадочном материале особую актуальность приобретает вопрос совершенствования способов размножения сортов унаби. Показаны преимущества разработанного и предложенного для широкого применения способа окулировки растений унаби двумя щитками вприклад в один надрез. *Ключевые слова:* лесостепная зона Украины, интродукция, унаби, совершенствование способа размножения сортов.

**Introduction and special features of reproduction sorts *Zizyphus jujuba* Mill. in the forest-steppe zone of Ukraine.** Krasovsky V. There is information about introduction *Zizyphus jujuba* Mill. in the forest-steppe zone of Ukraine. It was found that climatic conditions in the forest-steppe zone of Ukraine are favorable for full cycle of season development of investigated crops. The fruit of introduced sorts with big fruits and the seeds with small fruits and some of plants with average fruits have ability to sprout up. It attest successful introduction of the species. Taking account the limitation of local planting materials, it is actual to perfect the ways of reproduction of sorts *Zizyphus jujuba* Mill. It was shown the advantages of elaborated and proposed widespread way of inoculation for species *Zizyphus jujuba* Mill. with two pinches in one cut. *Keywords:* the forest-steppe zone of Ukraine, introduction, *Zizyphus jujuba* Mill., the perfection of ways of reproduction.

Останнім часом у лісостеповій зоні України все більшої популярності набуває нова субтропічна плодова культура унабі або зизифус справжній

(*Zizyphus jujuba* Mill.) з родини жостевих (*Rhamnaceae* R. Br.). За низкою господарських показників унабі відповідає вимогам сучасного плодів-

ництва, накопичено значну кількість інформації щодо стійкості рослин до хвороб та вражень шкідниками, про високий вміст вітамінів, мікроелементів та інших біологічно активних речовин у плодах та інші частинах рослини, їх профілактичну та лікувальну дію на організм людини. Крім того, плоди сортових рослин приємні на смак при вживанні як свіжими так і технологічно переробленими [2, 5, 16]. Відомо, що за біоекологічними показниками унабі являє собою вид рослин, спроможних переносити зниження температури до мінус 28-30°C [2, 10, 15]. Така особливість є важливим показником, адже у випадку інтродукції субтропічних рослин з Півдня на Північ лімітаційним чинником виживання інтродуцентів є температурний режим нового регіону зростання.

*Zizyphus jujuba* Mill у лісостеповій зоні України досліджують у відділі акліматизації плодових рослин НБС ім. М.М. Гришка (дослідна колекція започаткована науковими співробітниками П. А. Морозом та О. Ф. Клименком у 1981 р.) та у секторі акліматизації плодових, ягідних та лікарських культур новоствореного Хорольського ботанічного саду (колекція із 50 екземплярів рослин закладена у 2014 р.). Висока ступінь адаптації унабі у регіоні підтверджена науковими дослідженнями автора, які проводились у 1999-2005 роках у НБС ім. М.М. Гришка м. Київ та у м. Хоролі Полтавської обл. [5, 6].

Дослідженнями встановлено, що природно-кліматичні умови Лісостепу України сприятливі для проходження повного циклу сезонного розвитку унабі. Успішність вегетативного та генеративного розвитку унабі обумов-

лена як стійкістю до нових умов навколишнього природного середовища так і спроможністю формувати життєздатне насіння. Під час проходження одного циклу розвитку за вегетаційний період річний приріст центральних ростових та бічних пагонів достатній для формування крони. Кількість і якість пилку на квітках достатня для утворення продуктивної зав'язі. Доведено, що у регіоні досліджень серед різних сортів унабі для використання у садівництві придатні такі сорти як Та-Ян-Цзао, Вахшський, Мореджер, Суан-Цзао, Я-Цзао, Китайський – 60, Китайський – 62. За умов захисту рослин унабі у зимовий період, а саме вирощування їх на захищених від поривів вітру земельних ділянках, інтродуценти проявляють достатню зимостійкість. Плоди інтродукованих крупноплідних сортів дозрівають, але мають недорозвинене насіння. Насіння дрібноплідних та частина середньоплідних форм здатне проростати, що свідчить про успішну інтродукцію виду в досліджуваному регіоні. Наприклад, крупноплідний сорт унабі Та-Ян-Цзао, що є одним з найкращих серед відомих крупноплідних сортів, інтродуковано нами у 1999 році із НДІ плодівництва Республіки Молдова і розмножено вегетативним способом. Одержані живці унабі окуліровано на дрібноплідні місцеві сіянцеві підщепи. Рослини зростають на присадибній ділянці у приватному житловому секторі у м. Хоролі, щорічно плодоносять, утворюючи плоди, що за умовним поділом відносяться до крупноплідних [13], оскільки мають середню масу 16 г, середній розмір 38×24 мм, темно-коричневе забарвлення, що відповідає характеристиці сорту (рис. 1). Плоди крупноплідного сорту Вахшський,



інтродукованого з Півдня Криму мають середні розміри 36×23 мм та масу 14 г (рис. 2). Успішно зростають

та плодоносять інші середньоплідні сорти унабі інтродукованих нами із АР Крим та Запорізької області.



Рис. 1. Плоди унабі. Сорт Та-Ян-Цзао. Хорол, 2013 р.



Рис. 2. Плоди унабі. Сорт Вахиський. Хорол, 2013 р.

Для зизифуса справжнього, як і інших деревних та кущових плодкових культур при виробництві сортового посадкового матеріалу, застосовується вегетативний спосіб розмноження, що базується на здатності окремої частини сортової рослини, а саме бруньки або частини стебла, щепленої на дрібноплідний сіянець відтворювати гілкування сортової рослини.

Отже розмноження щепленням – найбільш поширений та економічно ефективний спосіб розмноження сортів унабі. Вдосконалення способів вегетативного розмноження унабі є актуальною проблемою, адже успішне розмноження рослин сприяє виробни-

цтву сортового посадкового матеріалу, а отже і поширенню виду в регіоні досліджень, у чому взагалі і полягає суть інтродукції та акліматизації рослин з корисними властивостями.

При інтродукції рослин важливе місце належить вибору способів розмноження інтродуцента, оскільки його поширення залежить саме від наявності насіння чи саджанців.

На сьогодні розроблено багато способів насінневого розмноження унабі [8, 10, 11, 12, 14].

Відомо, що в інтродукційному процесі насіннєве розмноження підвищує пластичність і відповідно життєздатність рослинного організму, а

серед сіянців плодкових культур можна відібрати форми, які за якістю плодів поступаються материнським рослинам, але за морозостійкістю значно перевищують їх [3, 4, 16].

Литвинова Т. В. [2], Настас Г. В. [10], Сінко Л. Т. [15] вказують, що насіння крупноплідних сортів унабі сходов практично не дає. Зокрема, це стосується і наших досліджень, оскільки крупноплідні сорти Та-Ян-Цзао та Вахшський, що плодоносять у м. Хоролі з 2001 року, зав'язують плоди з кісточками, насіння яких недорозвинене. Слід зауважити, що рослини середньоплідних сортів, розмножені з насіння в умовах інтродукції, майже не зберігають такі господарсько-цінні ознаки як розміри та маса плоду, смак, врожайність, незначна колючковість пагонів і здатні до дрібноплідності [2, 10, 15]. Тому сіянці середньоплідних сортів, як і дрібноплідних форм, необхідно використовувати в якості підщеп та у селекції для виведення місцевих зимостійких сортів, а на протигагу насінневого розмноженню, для масового виробництва сортового посадкового матеріалу доцільно застосовувати вегетативне розмноження.

**Мета досліджень** – вивчити способи розмноження сортів унабі у природно-кліматичних умовах Лісостепу України.

**Матеріали та методи досліджень.** Досліджували вегетативне розмноження зизифуса справжнього способом щеплення, використовуючи дрібноплідні сіянцеві рослини місцевої репродукції як підщепу та вегетативний матеріал у вигляді вічок сортових рослин, інтродукованих автором, та які зростають у м. Хоролі Полтавської обл.

Методи дослідження: моделювання, фенологічні спостереження, польові досліді проводили відповідно до загальноприйнятих методик.

**Результати та обговорення.** Вегетативне розмноження зизифуса справжнього можна здійснювати майже всіма способами, відомими у плодівництві [1, 2, 6, 9, 10, 15].

З випробуваних нами найбільш відомих способів щеплення (проста копуліровка, поліпшена копуліровка, в розщип з подвійним косим розрізом та окуліровка) найкращі результати приживання одержували при весняній окуліровці щитком вприклад, яку виконували в першій та на початку другої декади травня. Водночас у різні роки показник приживання вічок становив від 20 до 92 %, а його відхилення у сторону зменшення пов'язане з настанням несприятливих погодних умов після виконання щеплень, а також фізіологічним станом сіянцевих підщеп після зимівлі.

Літня окуліровка ще недостатньо випробувана в умовах Лісостепу України, проте наші окремі спроби часто давали негативний результат через вимерзання вічок у зимовий період. Досліджуючи спосіб окулірування унабі щитком вприклад, ми дійшли думки щодо істотного вдосконалення цього способу розмноження, коли у надріз на підщепі прикладається не один, а два паралельно розміщених щитка [7].

Нами було визначено, що у рослин унабі окуліровку щитком виконати технічно легше на одно-дворічних сіянцях, проте вихід таких окулянтів низький. Це пояснюється тим, що молоді субтропічні рослини у лісостеповій зоні України у зимовий період пригнічуються низькими тем-

пературами, вегетацію розпочинають з послабленою енергією росту, що в кінцевому результаті позначається на приживанні вічок. Крім того, літню окуліровку очевидно необхідно виконувати у кореневу шийку рослини, а то навіть і нижче, дещо розгорнувши ґрунт пристовбурного кола. Це важливо в умовах інтродукції, оскільки вічка літньої окуліровки виконані на ростових пагонах вище поверхні ґрунту на висоті понад 50 см, що технічно важче захистити від низьких температур повітря у зимовий період.

Отже, для збільшення виходу окулянтів раціональним є використання три- п'ятирічних за віком сіянців. Проте діаметр прикореневої шийки у таких сіянців перевищує, принаймні, у кілька разів діаметр однорічних ростових пагонів, а лише з таких пагонів можлива заготівля живців для зрізання щитка з глибоко сплячою брунькою. У такому випадку при виконанні окуліровок ширина надрізу на підщепі перевищує ширину самого щитка і як наслідок виконуваної окуліровки одним щитком, частина ксилеми по ширині надрізу підщепи залишається незакритою, притому що щиток необхідно ще й зміщати в одну із сторін надрізу для суміщення камбіальних шарів флоєми підщепи і прищепи.

На рис. 3. продемонстровано, як на прикореневій шийці сіянцевої підщепи (1) паралельно розміщено два щитка з глибоко сплячими бруньками (2), приклавши їх за язичок надрізу (3), здійснено суміщення камбіальних шарів підщепи та прищеп (4) та в результаті повністю закрито оголену ксилему підщепи щитками.

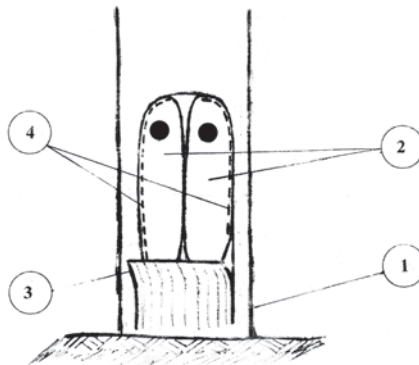


Рис. 3. Щеплення унабі двома щитками вприклад у один надріз.

1 – прикоренева шийка сіянця; 2 – щитки з глибоко сплячими бруньками; 3 – язичок надрізу; 4 – лінія суміщення камбіальних шарів підщепи та прищепи

Перевірений на практиці запропонований спосіб окулірування рослин унабі двома щитками вприклад у один надріз та захищений нами як нове технічне рішення у вигляді патенту на корисну модель [7] показав підвищений вихід окулянтів, що перевірено на практиці. У випадку приживання обох вічок залишають те, що має потужний ріст.

### Висновки

Удосконалення прийомів вегетативного розмноження зизифуса справжнього забезпечить збільшення виробництва сортового посадкового матеріалу та поширення його на присадибні та фермерські господарства Лісостепу України, що в кінцевому результаті сприятиме вирішенню такої винятково важливої проблеми як самозабезпечення населення регіону цілющими плодами.

## Література

1. Иванова Р. Б. Технология выращивания посадочного материала крупноплодных сортов унаби / Р. Б. Иванова // Труды НИИ им. акад. Шредера. – Ташкент, 1976. – Вып. 37. – С. 107-116.
2. Казас А. Н. Субтропические плодовые и орехоплодные культуры: научно-справочное издание / А. Н. Казас, Т. В. Литвинова, Л. Ф. Мязина [и др.] – Симферополь: ИТ «Ариаль», 2012. – 304 с.
3. Кохно Н. А. О теоретических основах интродукции древесных растений на Украине / Н. А. Кохно // Интродукция и акклиматизация деревьев и кустарников, выращивание новых сортов. – К.: Наукова думка, 1989. – С. 50-56.
4. Кохно Н. А. Теоретические основы и опыт интродукции древесных растений в Украине / Н. А. Кохно, А. Н. Курдюк. – К.: Наукова думка, 1994. – 188 с.
5. Красовський В. В. Інтродукція унабі (*Zizyphus jujuba* Mill.) в Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» /
6. В. В. Красовський. – Київ, 2007. – 21 с.
7. Красовський В. В. Особенности вегетационного размножения зизифуса (*Zizyphus jujuba* Mill.) потенциально возможного интродуцента для Лесостепи Украины / В. В. Красовский // Вивчення онтогенезу рослин природних і культурних флор у ботанічних садах і дендропарках Євразії. – Полтава, 2000. – С. 175-177.
8. Красовський В. В. Спосіб окулірування рослин унабі (*Zizyphus jujuba* Mill.) двома щитками вприклад у один надріз. Патент України на корисну модель № 90235; заявл. 01.06.2012; опубл. 26.05.2014, Бюл. № 10.
9. Красовський В. В. Спосіб руйнування ендокарпію у кісточки зизифуса (*Zizyphus jujuba* Mill.). – Деклараційний патент на винахід № 48442 А.
10. Массовер Б. Л. Унаби. Окулировка / Б. Л. Массовер // Садоводство. – 1974. – № 11. – С. 42-43.
11. Настас Г. В. Рекомендации по размножению зизифуса (унаби) в Молдавии / Г. В. Настас. – Кишинев: Молд. НИИ плодводства НПО Кодру, 1985. – 28 с.
12. Николаева М. Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М. Г. Николаева, М. В. Разумова, В. Н. Гладкова. – Л.: Наука, 1985. – 348 с.
13. Первицкая Л. В. Влияние способов хранения семян унаби на рост и развитие растений / Л. В. Первицкая // Проблемы интродукции растений и отдаленной гибридизации. – М., 1988. – С. 150-152.
14. Синько Л. Т. Зизифус – *Zizyphus jujuba* Mill. // Каталог видов, сортов и гибридных форм субтропических плодовых культур, произрастающих в государственном Никитском ботаническом саду. – Ялта: ГНБС, 1975. – С. 22-32.
15. Синько Л. Т. Изучение различных способов предпосевной подготовки семян зизифуса / Л. Т. Синько // Природная флора Украины и Молдавии и обогащение ее путем интродукции. – К.: Наукова думка, 1972. – С. 127-128.
16. Синько Л. Т. Основные способы размножения зизифуса (Методические указания) / Л. Т. Синько. – Ялта: ГНБС, 1973. – 22 с.
17. Черевченко Т.М. Збереження та збагачення рослинних ресурсів шляхом інтродукції, селекції та біотехнології: монографія / Т. М. Черевченко, Д. Б. Рахметов, М. Б. Гапоненко – К.: Фітосоціоцентр, 2012. – 432 с.

## **ЗЕМЛЕУСТРІЙ ЯК ОСНОВНИЙ МЕХАНІЗМ РОЗПОДІЛУ ЗЕМЕЛЬ ЗА ОСНОВНИМ ЦІЛЬОВИМ ПРИЗНАЧЕННЯМ У СИСТЕМІ ФОРМУВАННЯ СТАЛОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ**

**Лобунько А.В.**

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ  
dei2005@ukr.net

За результатами досліджень зарубіжних вчених показано, що сучасна модель землеустрою є основним механізмом розподілу земельних та інших природних ресурсів в системі формування сталого землекористування в Україні. *Ключові слова:* розподіл земель за основним цільовим призначенням, землеустрій, земельна політика, стале землекористування, адміністрування землекористування.

**Землеустройство как основной механизм распределения земель по основному целевому назначению в системе формирования устойчивого землепользования.** Лобунько А. В. По результатам исследований зарубежных ученых показано, что современная модель землеустройства является основным механизмом распределения земельных и других природных ресурсов по целевому назначению в системе формирования устойчивого землепользования в Украине. *Ключевые слова:* распределение земель по основному целевому назначению, землеустройство, земельный политика, устойчивое землепользование, администрирование землепользования.

**Land Management as the primary mechanism for the distribution of land on the main intended purpose in the system of sustainable land use.** Lobunko A. According to the results of foreign scientists that the current model of land management is the main mechanism of distribution of land and other natural resources for the intended purpose in the system of sustainable land use in Ukraine. *Keywords:* distribution of land on the main intended purpose, land management, land policy, sustainable land use, land-use management.

Економіко-правові інститути зонування земель за типами землекористування та цільовим призначенням земель мають у своєму статусі спільні риси, однак багато в чому і різняться між собою. Поняття зонування земель за типами землекористування увійшло в економічну та юридичну українську лексику, а інститут цільового призначення земель існує фак-

тично з часу функціонування сучасної системи землеустрою в Україні і прийняття Земельного Кодексу УРСР (1970 р.), але інститути зонування земель за типами землекористування та цільового призначення земель й досі досліджені недостатньо. Протягом останніх 20-ти років інститут цільового призначення в науковій літературі сприймали як

певну об'єктивну даність і фактично не піддавали критичному аналізу. Проте останнім часом з'явилися наукові публікації (П.Ф. Кулинич [1], А.М. Мірошніченко [2], А.М. Третяк [3], Є. Карпова [4], О.С. Дорош [5] та ін.), що висвітлили широке коло проблем з економіко-правового регулювання зонування земель за типами землекористування та їх цільовим призначенням в Україні. Зонування як нове економіко-правове явище викликає все більший інтерес у науковців. Деякі автори містобудівне зонування розглядають як певний субінститут цільового призначення земель [1, 2, 5], «спеціальне цільове призначення» [1, 4, 6], що має похідний від такого поділу характер.

**Мета досліджень** – висвітлення результатів зарубіжних досліджень щодо обґрунтування моделі землеустрою як основного механізму розподілу земельних та інших природних ресурсів за цільовим призначенням у системі формування сталого землекористування в Україні.

**Результати досліджень.** Економіко-правові інститути зонування земель за типами землекористування та цільовим призначенням сформовані в земельному кодексі України (2001 р.) як механізми реалізації земельної політики щодо розподілу земель за функціями та напрямками господарського використання [7]. Під земельною політикою розуміють комплекс законодавчих і соціально-економічних заходів, що визначають найкращі шляхи використання земельних ресурсів у процесі їх розподілу [9]. Це визначення підтверджується фахівцями Світового банку, які вважають, що «земельна політика – це правила, які забезпечують використання і роз-

поділ корисних властивостей землі – одного з головних ресурсів економіки» [10]. Одночасно останніми роками зарубіжні вчені доводять, що для підвищення ефективності землекористування необхідні інститути земельного адміністрування (Land Administration і землеустрою (Land Management) для втілення в життя земельної політики держави. Отже:

- земля – ключовий фінансовий актив для сільського і міського населення, особливо не маючих вільних коштів;

- земля створює основу для підвищення ділової активності і функціонування ринкових і неринкових структур, включаючи господарства населення та уряду;

- раціональне використання і прибутки від землі забезпечують економічне зростання і подолання бідності;

- земельний контроль є головним чинником політичної стабільності і підвищення зайнятості населення;

- систематична деградація земель і расова дискримінація призводять до конфліктів і насильства, що спричиняє соціальні вибухи;

- деформований земельний ринок вимагає обов'язкового науково-обґрунтованого регулювання.

Адміністрування землекористування і землеустрою спрямовано на досягнення важливих цілей:

- економічне зростання за рахунок залучення інвестицій, кредитів, збільшення продуктивності угідь;

- подолання бідності за підтримки фермерства, поява надлишків продукції на ринках, зміна статусу (прибутків) населення;

- поліпшення управління через демократизацію суспільства за відсут-

ності конфліктів і виникнення соціальної відповідальності;

- досягнення природоохоронної стабільності за рахунок ефективного використання земель і їх охорони, проведення державного землеустрою.

Щодо ефективності зонування земель за типами землекористування і розподілу земель за основними напрямками їх використання, то в зарубіжній землевпорядній науці вчені виділяють інструментарій земельного адміністрування (instruments for land administration) і засоби його підтримки (supportive Land tools) [11]. Інструменти земельного адміністрування в термінології українського законодавства включають державний землеустрій, економічні і правові методи державного регулювання земельних відносин і земельного ринку; планування розвитку землекористування, забезпечення гарантій і безпеки власності на землю, землекористування; оподаткування землі; проведення земельних реформ. До підтримуючих засобів земельного адміністрування віднесено: реєстрацію прав на земельні ділянки, земельний кадастр і різні реєстри, заходи щодо оцінки земель і земельних ділянок, облік та інвентаризацію земель тощо.

Такий підхід реалізує принципи «від загального до окремого» при проведенні земельної політики держави і підтримує державний інтегрований підхід до землеустрою, який включає всі види діяльності, пов'язані з управлінням земельними і природними ресурсами, які необхідні для сталого розвитку територій [12]. Отже землеустрій (Land Management) є складовою системи управління земельними та іншими природними ресурсами.

Нині національні стратегії розвитку землеволодіння і землекористування у світі заміняються на глобальні і регіональні об'єднані моделі просторової організації території, що характерно для країн Європейського союзу, північноамериканських держав, СНД і підходить як для розвинутих економічних систем, так і для країн перехідного періоду. У зв'язку з цим через об'єктивні економічні зміни виникла необхідність створення комплексних багатофункціональних систем управління земельними та іншими ресурсами в процесі формування умов сталого розвитку. Вони створюються на базі багатофункціональних інформаційних систем (геоінформаційних, земельно-інформаційних і інформаційно-комунікаційних технологій). У їхній основі лежать системи багатопільового кадастру, електронного менеджменту (електронного уряду) і сучасних геоінформаційних і навігаційних технологій.

Отже розвиток сталого землекористування «від загального до конкретного» або «від конкретного до загального» розглядається в діалектичній єдності [12]. При цьому землеустрій виступає як основний механізм формування сталого землекористування і забезпечує функціональні взаємини між інфраструктурою багатофункціональної системи управління земельними та іншими ресурсами, інфраструктурою просторових даних, просторовою інформацією про діяльність державного, муніципального і приватного секторів. Як комплексну багатофункціональну систему управління земельними та іншими ресурсами сучасні зарубіжні вчені пропонують таку модель землеустрою (рис. 1) [12].

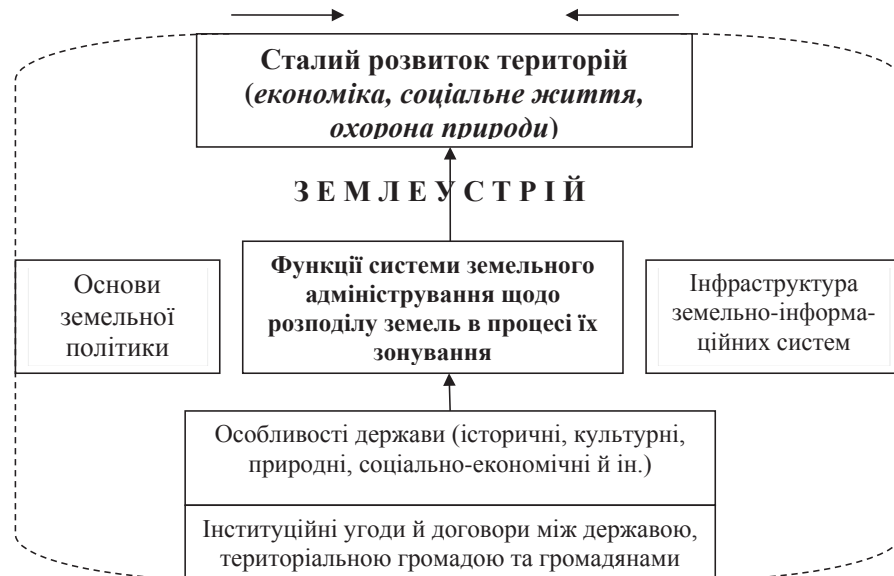


Рис. 1. Загальноприйнята модель сучасного землеустрою як основного механізму розподілу земель за напрямками господарського використання (Стіг Енемарк, 2005 р.)

Системи земельного адміністрування відповідно до цієї моделі широко впроваджуються в Нідерландах, Сінгапурі, Швеції та інших країнах. Наприклад, у Нідерландах такий підхід до адміністрування землекористуванням розглядається як потужний важіль державної влади в забезпеченні державних і громадських інтересів у використанні та охороні земель, як механізм втручання держави в права приватних осіб щодо розпорядження своєю земельною власністю. Важлива форма такого втручання – забезпечення державою переважних прав у використанні землі або примусове відчуження земельних ділянок, яке в демократичних суспільствах проводять на основі територіальних планів зонування земель і проектів землеустрою, в яких узгоджено державні, регіональні, громадські і особисті

інтереси в сфері землекористування.

Планування землекористування в Нідерландах має три рівні: держава – провінції – громади (гміни) [8]. Державні плани розвитку землекористування розробляють на тривалий термін (10.-20 років). Вони визначають зміни в структурі землекористування, об'єми придбання державою земель для вирішення загальнонаціональних завдань у сфері містобудування, освоєння і меліорації земель, водопостачання, охорони природи, інфраструктурного облаштування території, транспортного господарства тощо. Основа для їх складання – політичні рішення, пов'язані з просторовим плануванням розвитку економіки країни та її окремих секторів і охороною природи.

Провінційні плани розвитку землекористування спрямовані на



пошук компромісів між економікою, що розвивається, урбанізацією території і економічними вимогами з урахуванням заходів щодо захисту сільськогосподарських галузей. При розробці цих планів використовують інформацію різних видів районування (зонування) території: екологічне, природно-сільськогосподарське, водогосподарське. Такі плани розробляються і на частину провінцій – регіональні.

Муниципальні плани в Нідерландах – основа для розвитку землекористування в конкретних громадах і подальшого землеустрою, одержання дозволів на забудову земельних ділянок, проведення природоохоронних заходів. Ці плани реалізують через розроблення і здійснення проєктів землеустрою, що фінансуються, зазвичай, з державних і місцевих бюджетів за рахунок землевласників і землекористувачів.

Головне завдання таких проєктів – забезпечити раціональне використання і охорону земель. У зв'язку з тим що проєкти землеустрою часто охоплюють великі території, основу яких становлять землі сільськогосподарського призначення, то їх розробляють за участю Міністерства сільськогосподарства Нідерландів, служби сільських районів, влади провінцій і муніципалітетів, комісій із управління земельними і водними ресурсами, зацікавлених землевласників і землекористувачів, Агентства кадастру і реєстрації земель. На сьогодні розроблено понад 570 проєктів територіального землеустрою (за голландською термінологією "проєктів управління землею") на площі 2,4 млн га. Таким чином, в країні територіальним плануванням землекористу-

вання охоплено більше 75% території. Середня площа, на якій вели землевпорядне проєктування (*площа об'єкту землеустрою*), становила 4174 га (від 2838 до 20 100 га) [8].

Якщо вважати, що в Нідерландах відбувається постійний оборот земель, відводять земельні ділянки для потреб промисловості, транспорту, міської забудови, ведуть розмежування земельних ділянок, то землевпорядні дії в країні – важлива частина регулювання економіки і природокористування, а проєктування – основа проведення усіх заходів, пов'язаних з використанням і охороною землі.

Детальнішу модель здійснення земельної політики щодо розподілу земель за основними напрямками господарського використання в системі формування сталого землекористування методом землеустрою в зарубіжних країнах реалізують учені Міжнародної Федерації Землемірів (FIG) під керівництвом віце-президента (рис. 2) [8, 12]. Вони вважають, що головні питання земельної політики щодо розподілу земель за основними напрямками господарського використання не можуть бути вирішені без наявності доброякісної інформаційної основи, до складу якої входять реєстрація прав на земельні ділянки, земельний кадастр, оцінка земель, екологічні паспорти режимів використання земельних ділянок.

На базі цієї інформації здійснюються землеустрій та адміністрування землекористування, регулюються земельні відносини, відбувається розподіл земель, планується розвиток землекористування, встановлюються сервітути, здійснюється державне втручання в ринок продажів і оренди

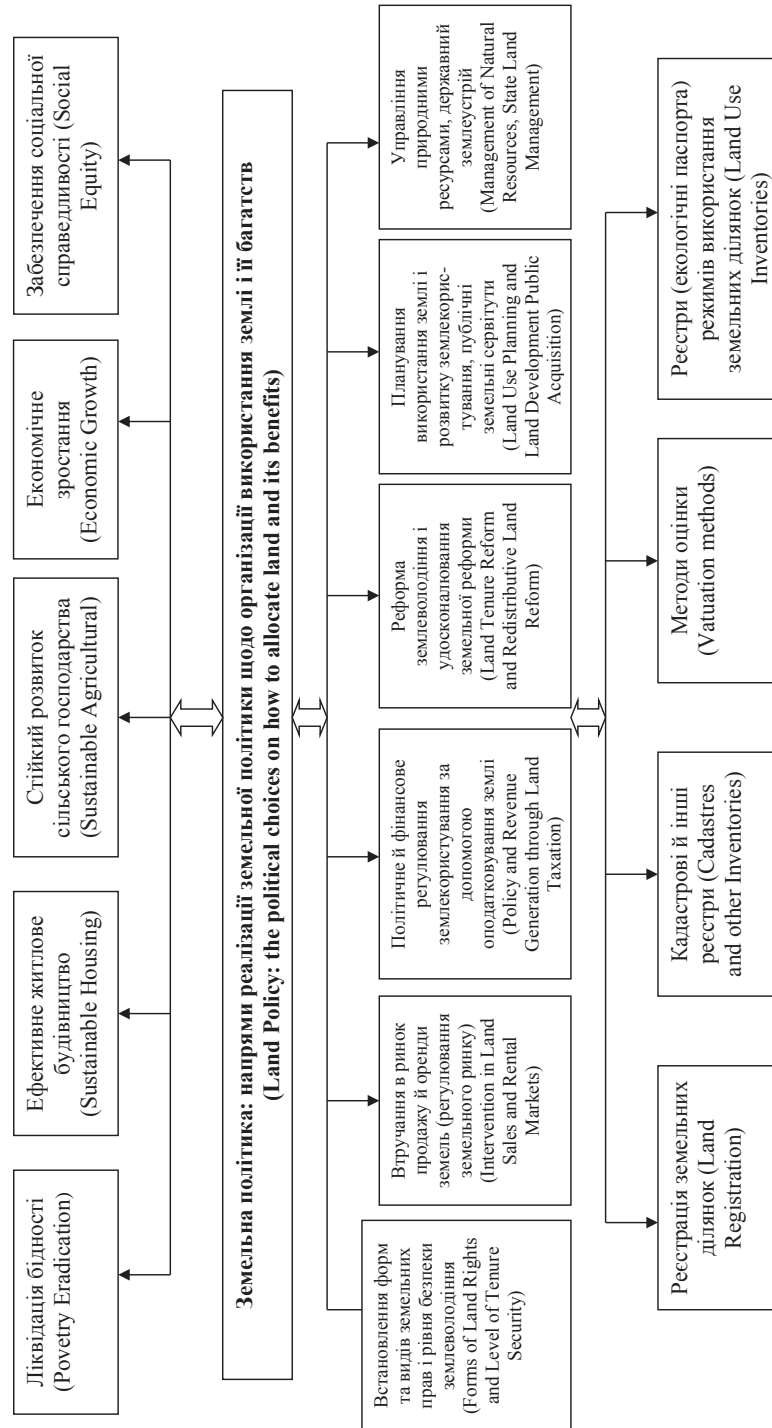


Рис. 2. Логічно-смісловна модель формування системи землеустрою як інструменту управління земельними ресурсами в зарубіжних країнах [8, 12]

земельних ділянок, оподаткування землі та іншої нерухомості. Основними результатами реалізації державної земельної політики є: економічне зростання, забезпечення соціальної справедливості в галузі землекористування, ліквідація бідності і підвищення зайнятості населення, усунення безробіття, ефективне житлове будівництво, запобігання спекуляції та стійкий розвиток сільського господарства.

### Висновки

На відміну від сучасного досвіду України, де впродовж 1991-2015 років відбувається поступова відмова держави від регулювання організації і проведення землеустрою, в економічно розвинених країнах йдуть процеси посилення державного впливу

на земельні справи і активного втручання в приватну власність з метою втілення в життя громадських інтересів, передусім в екологічній та соціально-економічній сферах, методами державного землеустрою.

Усі країни Європейського союзу впродовж тривалого часу (понад 60 років) розвивають свої земельні стосунки еволюційним шляхом – створення умов сталого розвитку землекористування, запобігання соціальним і соціальним потрясінням в процесі перерозподілу земель. В Україні потребують докорінного вдосконалення способів земельного реформування, адже існуючий на сьогодні землеустрій в країні не створює умов для формування нового, що наносить шкоду економіці держави.

### Література

1. Кулинич П.Ф. Цільове призначення та цільове використання земель за новим земельним кодексом України // Юридичний журнал. – 2002. – № 3. – С. 41-46.
2. Мірошниченко А.М. Проблемні правові питання поділу земель на категорії // Бюлетень Міністерства юстиції України. – 2005. – № 12 (50). – С. 42-51.
3. Третяк А.М. Концептуальні основи зонування земель для управління земельними ресурсами за межами населених пунктів / А.М. Третяк, В.М. Другак, О.С. Дорош // Землевпорядний вісник, 2008. – №4. – С.40-45.
4. Карпов Є. Цільове призначення земельної ділянки та види її використання // Юридичний журнал. – 2010. – № 8. – С. 38-41.
5. Теоретичні засади зонування земель в Україні / О.С. Дорош, Н.В. Ісаченко, А.Г. Мартин, С.О. Осипчук, Г.К. Лоїк. - К. : МВЦ «Медінформ», 2011. – 182 с.
6. Сіряченко І.І. Правове регулювання цільового використання земель у межах населених пунктів України/ Автореф. дис. к.ю.н.: 12.00.06/ Національний університет «Юридична академія України імені Ярослава Мудрого». – Харків, 2013. – 16 с.
7. Земельний кодекс України. Закон України від 25 жовтня 2001 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2002. – № 3-4. – Ст. 27.
8. Третяк А.М. Нова парадигма землеустрою в земельній політиці України / А.М. Третяк, О.С. Дорош, Н.А. Третяк // Землевпорядний вісник. – 2011. – № 1. – С. 10-16.
9. Land Administration Guidelines, UN, ECE/WPLA, New York, Geneva, 1996. P. 91.
10. World Bank Policy Research Report «Land Policies for Growth and Poverty Reduction (p. 178) (Deininger, 2003).
11. Land Tenure in Development Cooperation. Wiesbaden, GTZ, 1998. P. 163.
12. Stig Enemark. Understanding the Land Management Paradigm/Innovative TechnologyTW Land Proceedings of a Symposium held by FIG Commission 7 on 24 and 25, June, 2005 at the University of Wisconsin, Sacs tiszr^lSsrisy in Madison Wisconsin, USA. P. 17-27.

УДК 504.064:504.455(045)

## ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ РЕКРЕАЦІЙНИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Безвербна О.В., Білик Т.І., Рибчак О.П.

Національний авіаційний університет  
просп. Космонавта Комарова, 1, 02000, м.Київ  
elena.chumanova@gmail.com

Розглянуто сучасні проблеми нормативно-правового врегулювання екоотоксикологічного контролю рекреаційних водних об'єктів в Україні. Проаналізовано міжнародний досвід та визначено перспективи покращення нормативно-правової бази для безпечного використання рекреаційних водойм. *Ключові слова:* рекреаційні водні об'єкти, зони рекреації, еколого-токсикологічний контроль, еколого-токсикологічна оцінка, токсичні речовини.

**Проблемы эколого-токсикологического контроля рекреационных водных объектов.** Безвербная Е.В., Билык Т.И., Рыбчак О.П. Рассмотрены современные проблемы нормативно-правового регулирования в области экоотоксикологического контроля рекреационных водных объектов в Украине. Проанализирован международный опыт и определены перспективы улучшения нормативно-правовой базы для безопасного использования рекреационных водоемов. *Ключевые слова:* рекреационные водные объекты, зоны рекреации, эколого-токсикологический контроль, эколого-токсикологическая оценка, токсические вещества.

**Problems of ecotoxicological control of recreational water objects.** Bezverbna O., Bilyk T., Rybchak O. The modern problems of legal regulation in the field of ecotoxicological control of recreational water objects in Ukraine are observed. International experience is analyzed and prospects of improving regulatory frame work for the safe use of recreational water bodies are determined. *Keywords:* recreational water objects, recreation areas, ecotoxicological control, ecotoxicological assessment, toxic substances.

З кожним днем антропогенний прес на рекреаційні водні об'єкти зростає, внаслідок чого водойми все більше забруднюються токсичними речовинами – важкими металами, пестицидами, діоксинами, нафтопродуктами, ПАВ тощо. Тому контроль еколого-токсикологічних показників у рекреаційних водоймах потребує нових підходів.

**Мета роботи** – аналіз проблем екоотоксикологічного контролю рекреаційних водних об'єктів за українським та міжнародним нормативно-правовим регулюванням.

**Результати дослідження.** В Україні визначення рекреаційного водного об'єкту в наукових публікаціях та в нормативно-правовій базі окреслено недостатньо. Рекреаційний водний об'єкт – це водний об'єкт чи його ділянка з прилеглим до нього узбережжям, що використовується для організованого відпочинку населення, який включає купання, заняття водними видами спорту, любительське і спортивне рибальство [1, 2, 3]. У більшості міжнародних документів надається визначення поняття

«рекреаційні води», але в деяких з них зустрічається визначення рекреаційного водного об'єкту як прибережних та прісноводних ділянок, а також ділянок навколо естуаріїв, що використовуються для відпочинку значною кількістю людей [4, 5].

В Україні санітарні та гігієнічні вимоги до рекреаційних водойм при їх проектуванні, організації та експлуатації визначаються ГОСТ 17.1.5.02-80 та СанПіН 46-37-88, в яких вибір токсичних речовин при контролі якості води визначається органами санітарно-епідеміологічної служби (СЕС) з урахуванням місцевих умов [1, 3]. Від часу запровадження вказаних нормативних документів еколого-токсикологічна ситуація суттєво змінилася. Окрім того, на практиці СЕС не спроможна контролювати цих токсиканти через слабку лабораторну базу. Застаріле обладнання та нестача фінансування дають змогу визначати тільки невелику кількість забруднюючих речовини у поверхневих водах. Це переважно речовини третього та четвертого класу небезпеки (залізо, хлориди, фосфати, сульфати, хром, нікель, кадмій, нафтопродукти, СПАР).

Постановою Кабінету Міністрів України № 408 від 13 серпня 2014 року [6] заборонено без його дозволу Держекоінспекції, Держсанепідслужбі та іншим контролюючим органам проводити перевірки підприємств. Це може стати причиною неконтрольованого надходження стічних вод у рекреаційні водні об'єкти. З урахуванням цього у рекреаційних водоймах контролюється досить обмежена кількість забруднюючих речовин, через що останнім часом зростає загроза здоров'ю населення.

Недоліком нормативно-правової бази щодо контролю еколого-токсикологічного стану рекреаційних водних об'єктів є й недосконалість методів оцінки якості води. Наукові дослідження Крайнюкова О.М. показали, що тільки у 23,3% випадків із загальної кількості проб результати збігались за двома методами оцінки якості води, передбаченими Водним кодексом України – нормативами екологічної безпеки водокористування й екологічними нормативами якості води водних об'єктів [7, 8].

Перший метод базується на відповідності фактичних концентрацій речовин гранично допустимим і характеризує рівень забрудненості з урахуванням кратностей перевищення нормативів ГДК окремих хімічних речовин. Проте дані щодо перевищення чи не перевищення допустимої концентрації токсиканту можуть стати підґрунтям лише для грубої оцінки якості води і не дають реального визначення екологічної ситуації і не враховують сумісну дію речовин. Другий метод враховує сукупну дію присутніх у воді специфічних хімічних речовин, але може бути неточним через адаптацію тест-об'єктів та вплив факторів навколишнього середовища на токсичний ефект.

Однією з основних проблем є те, що нормативно-правовими актами не передбачено врахування сумісного впливу забруднюючих речовин на рекреанти та водні біоценози. Сумісний вплив токсикантів може виявлятися, якщо один із потенційних токсикантів змінює активність фермента, який перетворює інший токсикант. Також він спостерігається, якщо один з агентів інгібує перетворення іншого в менш токсичну

похідну або активізує його перехід у більш токсичну сполуку. На токсичний ефект можуть впливати і фактори навколишнього середовища через зміни форми речовини або стану організму. Так, зі збільшенням температури та освітлення та зменшенням концентрації кисню зростає токсичність багатьох речовин. У присутності зважених речовин токсичність знижується. Пониження кислотності зменшує токсичність металів для водних тварин [9].

Щодо міжнародного законодавства у сфері оцінки якості рекреаційних водойм, то Всесвітня організація охорони здоров'я у 2003 році розробила керівні принципи для безпечного рекреаційного водного середовища [10]. Використаний у них підхід полягає в розробці стандартів з метою обмеження ризиків для здоров'я до чітко визначених і прийнятно низьких рівнів. Цей підхід ліг в основу законодавчих джерел найрозвинутіших країн світу (ЄС, Канади, Австралії та ін.), в тому числі й Директиви №2006/7/ЄС щодо управління якістю води для купання (2006 Bathing Water Directive). Проте в них наголошується на першочерговій необхідності контролю мікробіологічних показників [9, 10]. Вважається, що потенційні ризики, пов'язані з хімічним забрудненням рекреаційних вод, є незначними порівняно з ризиками, спричиненими патогенними мікроорганізмами. Таке припущення базується на тому, що забруднювачі діють на людину в дуже низьких концентраціях, а більшість поллютантів викликає токсичний ефект тільки після довготривалої дії. Одночасно моніторинг за вмістом хімічних забруднювачів обов'язково повинен відбуватись систематично як

і в українських нормативно-правових актах. Міжнародним досвідом зазначається, що небезпека, спричинена хімічними речовинами, залежить від місцевих умов і це слід враховувати при визначенні придатності водного об'єкту для рекреаційних цілей.

Гранично допустимий вміст забруднюючих та токсичних речовин у водоймах визначається Рамковою Директивою ЄС для країн ЄС [11]. В Австралії для оцінки якості рекреаційних водойм діють Керівні вказівки щодо питної води (Australian Drinking Wafer Guidelines), але з перерахунком на те, що при використанні водойм для рекреації людина може вжити не більше 200 мл води на добу [12]. Синергічна дія забруднювачів переважно не враховується і тільки в законодавчих джерелах деяких країн зазначається дуже оглядово (наприклад, із застереженням, що рівень однієї хімічної речовини може несприятливо впливати на рівень іншої).

Окремо необхідно зупинитися на питаннях, пов'язаних з токсичними виділеннями синьо-зелених водоростей в евтрофікованих водоймах. Важливим у міжнародному підході до оцінки токсикологічного стану рекреаційних водойм є визначення токсичності, спричиненої ціанобактеріями. Керівними документами передбачено контроль концентрації ціанобактерій (не більше 100 000 шт/мл) та мікрочистинів (не більше 20 мг/л) [10, 12, 13]. Ця проблема детально досліджувалася українськими вченими, зокрема Інституту гідробіології НАН України [14]. Однак результати цих досліджень не були повною мірою враховані в нормативних документах, що регулюють використання рекреаційних водойм.

### Висновки

Основними проблемами еколого-токсикологічного контролю рекреаційних водних об'єктів в Україні є недосконала нормативно-правова база для обов'язкового контролю найпоширеніших токсикантів у воді, заборона Кабінету Міністрів України проводити перевірки підприємств контролюючим органам, неврахування токсичного ефекту від сумісного впливу забруднюючих речовин на рекреантів та на водні біоценози, недосконалість методів оцінки якості води, слабка лабораторна база санітарно-епідеміологічної служби.

Порівнянні ситуації в Україні з досвідом таких країн як Австралія, Канада та ЄС можна зазначити, що дотримання керівних принципів, визначених Всесвітньою організацією охорони здоров'я для безпечного рекреаційного водного середовища, дає цим країнам змогу забезпечувати якісний еколого-токсикологічний контроль. Врахування міжнародного досвіду та практичне використання наукових результатів вітчизняних вчених дасть змогу забезпечити сучасну нормативно-правову базу для безпечного використання рекреаційних водних об'єктів.

### Література

1. Гігієнічні вимоги до зон рекреації водних об'єктів, що використовуються для організованого масового відпочинку і купання: ГОСТ 17.1.5.02-80. – [Чинний від 1982-07-01]. – М : Изд-во стандартов, 1980 – 6 с. – (Державний стандарт України).
2. Постанова Кабінету Міністрів України № 264 від 6.03.2002 р. "Про затвердження Порядку обліку місць масового відпочинку населення на водних об'єктах".
3. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН 4630-88. – М. : Минздрав СССР, 1988.
4. Public Health Act 1997. RECREATIONAL WATER QUALITY GUIDELINES 2007.
5. Recreational Water Protocol. 2014.
6. Постанова Кабінету Міністрів України № 408 від 13 серпня 2014 р. «Питання запровадження обмежень на проведення перевірок державними інспекціями та іншими контролюючими органами».
7. Крайнюков О.М. Дослідження залежності між узагальненим показником рівня забрудненості води та її токсичними властивостями / Крайнюков О.М. // Збірник наукових статей "III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю". – Вінниця, 2011. – Том. 1. – С. 207–209.
8. Водний Кодекс України із змінами і доповненнями внесеними Верховною Радою України від 09.04.2014 за 1193-УП (1193-18). – К., 2014. – 38 с.
9. Химия загрязняющих веществ и экология / [В.Н. Вернигорова, Н.И. Макридин, Ю.А. Соколова, И.Н. Максимова]. – М.: Палеотип, 2005. – 238 с.
10. World Health Organization. Guidelines for Safe Recreational Water Environments. 2003
11. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К.: 2006. – 240 с.
12. Australian Government, 2008. National Health and Medical Research Council. Guidelines for managing risks in recreational water.
13. Health Canada (2012). Guidelines for Canadian Recreational Water Quality. Third Edition. Water, Air and Climate Change Bureau. Healthy Environments and Consumer Safety Branch. Health Canada. Ottawa, Ontario. (Catalogue No H129-15/2012E).
14. Сиренко Л.А. "Цветение" воды и евтрофирование / Сиренко Л.А., Гавриленко М.Я. – К.: Наук. думка, 1978. – 231 с.

## ГАЗООБРАЗНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЯХ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТРУДА

Лебедева Е.С., Самохвалова А.И., Нестеренко Е.В.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры,  
ул. Сумская, 40, 61002, г. Харьков  
ena11110@rambler.ru

Исследованы причины возникновения несчастных случаев на канализационных сетях. Показана экологическая опасность токсичных газообразных соединений, выделяющихся в процессе транспортирования сточных вод в подпольное пространство канализационных коллекторов и в атмосферу г. Харькова. Изложены требования по технике безопасности при выполнении работ на канализационных сетях. *Ключевые слова:* канализационные сети, экологическая безопасность, канализационные газы, сероводород, несчастный случай, безопасность труда.

**Газоподібні сполуки в каналізаційних мережах як фактор екологічної небезпеки праці.** Лебедева О.С., Самохвалова А.І., Нестеренко О.В. Досліджено причини виникнення нещасних випадків на каналізаційних мережах. Показано екологічну небезпеку токсичних газоподібних сполук, що виділяються в процесі транспортування стічних вод в підсклепіневий простір каналізаційних колекторів та атмосферу м. Харкова. Наведено вимоги з техніки безпеки при виконанні робіт на каналізаційних мережах. *Ключові слова:* каналізаційні мережі, екологічна безпека, каналізаційні гази, сірководень, нещасний випадок, безпеку праці.

**The gaseous compounds in sewerage networks as a factor of environmental danger of work.** Lebedeva E., Samokhvalova A., Nesterenko E. The article analyzes the causes of accidents on sewerage networks. Shown environmental hazard of toxic gaseous compounds released during transportation of wastewater in sewers underroof space and the atmosphere of Kharkiv. The requirements for safety during works on the sewer networks. *Keywords:* sewer networks, ecological safety, sewage gases, hydrogen sulfide, accident, labor safety.

Канализация представляет собой систему жилищно-коммунального хозяйства, которая обеспечивает экологическую безопасность технического и хозяйственно-питьевого водопользования города. Аварии на трубопроводах водоотведения приводят к разрушению самих сооружений и загрязнению различных сред токсичными соединениями. Даже при работе канализационных сетей в без-

аварийном режиме их эксплуатация создает экологическую напряженность, обусловленную образованием токсичных газообразных соединений (сероводорода, меркаптана, диоксида серы, оксида углерода, диоксида углерода, метана, оксидов азота, аммиака и др.). Наличие в канализационных сетях экологически опасных газообразных соединений представляет большую опасность для эксплуата-



ционного персонала. При несоблюдении правил безопасности проведения работ на канализационных сетях существует риск несчастных случаев, которые могут создавать угрозу для жизни и здоровья эксплуатационного персонала [1-9].

**Цель работы** – анализ несчастных случаев при проведении работ на канализационных сетях, приведших к летальному исходу, выявление причин их возникновения, а также рекомендации по их предупреждению.

**Несчастный случай, происшедший при работе на канализационных сетях г. Харькова.**

30.07.2015 г. в г. Харькове погибло 4 сотрудника службы эксплуатации «Харьковводоканал» вследствие отравления канализационными газами. Один из 4 человек спустился в канализационную шахту с целью устранения засорения коллектора. При спуске в шахту он практически моментально потерял сознание. Трое рабочих последовали за ним на помощь и также потеряли сознание. Гибель всех участников наступила в течение нескольких минут. Несчастный случай был прокомментирован директором КП «Харьковводоканал». В его комментариях были указаны причины происшествия: нарушения требований безопасности проведения работ на канализационных сетях, высокая загазованность на участке коллектора.

Проблема отравления и гибели населения, а также работников коммунальных предприятий при выполнении газоопасных работ в колодцах стоит очень остро. Особенно увеличивается количество несчастных случаев в летний период, когда повышается температура окружающей среды и канализационных стоков,

интенсифицируются биохимические процессы, приводящие к выделению опасных канализационных газов, снижается содержание кислорода в воздухе рабочей зоны.

**Основные требования по технике безопасности при проведении работ на канализационных сетях.**

При наружном (поверхностном) осмотре канализационной сети, емкостей и т.д., расчет состоит из 2-х человек (один из них старший). При наружном осмотре опускаться в колодцы категорически запрещается.

До начала работы в канализационных колодцах, отстойниках, сливных ямах необходимо провести анализ загазованности на наличие вредных и опасных веществ и при необходимости обеспечить их вентиляцию.

Работы в колодцах, емкостях ведет бригада из 3-х человек: бригадир или руководитель расчета и двое рабочих (один для работы в колодце, второй – для работы на поверхности и для наблюдения в случае необходимости оказания помощи работающему в колодце). Поручать наблюдающему выполнять какие-либо другие работы с момента установки знаков и ограждения до закрытия крышки люка, снятия знаков и ограждения категорически запрещается. Нарушение этого положения очень часто приводит к несчастным случаям.

Один рабочий работает в колодце, второй держит конец страховочной веревки. Потом меняются рабочими местами. Работать в колодце можно не более 45 минут, после чего предоставляется отдых вне его на 15 минут. Работа в колодце в противогазе с выкидным шлангом без перерыва разрешается не более 10 минут. Категорически запрещается спу-

скаться в колодець без предохранительного пояса независимо от того, имеется в колодеце газ или нет [10].

**Состав газообразной среды в коллекторах и колодцах канализационных сетей.**

Одной из главных причин гибели сотрудников, обслуживающих канализационные сети, является их газозаванность. Для выявления состава газовой фазы канализационных коллекторов была проведена вероятностно-статистическая обработка данных по содержанию газообразных веществ в подводящем пространстве различных участков г. Харькова (табл. 1).

С целью получения усредненных показателей была проведена вероятностно-статистическая обработка данных по содержанию газов в коллекторах различных участков г. Харькова.

Как свидетельствуют данные, наибольшее превышение ПДК наблюдается по сероводороду (вещество 2 класса опасности, обладающее высоким уровнем токсичности) [1-4].

Таблица 1

**Химический состав подводящего пространства канализационных коллекторов в г. Харькове**

Соединения	Концентрация	Кратность превышения ПДК рабочей зоны
СО, мг/м <sup>3</sup>	0-25	1,4
СО <sub>2</sub> , об. %	0,1-3,5	-
СН <sub>4</sub> , об. %	0,2-6,0	0
Н <sub>2</sub> S, мг/м <sup>3</sup>	0-250	20
SO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	5-10	0,5-1,5
NH <sub>3</sub> , мг/м <sup>3</sup>	0-5,0	0-0,4

Как видно из табл. 1, концентрация сероводорода превышает ПДК р.з. примерно в 30 раз. Вдыхание сероводорода человеком в таких концентрациях влечет за собой судороги и потерю сознания и опасно для жизни при контакте в течении 30 минут [5].

Как свидетельствуют данные, наибольшее превышение ПДК наблюдается по серосодержащим соединениям – сероводороду и ДМС [2, 11, 12].

Таблица 2

**Влияние сероводорода в атмосфере на здоровье человека**

Влияние на человека	Время контактирования	Концентрация в атмосфере, ppm/мг/м <sup>3</sup>
Порог восприятия запаха	Несколько часов без значительных проблем	0,0001 – 0,002
Уровень начала ощущения запаха		0,13
Слабый, но ощутимый запах «тухлых яиц»		1,0/1,42
Ощутимый, нарастающий, выразительный запах		5,0/7,1
Максимально допустимая концентрация для 8-часов рабочего времени		10/14,2
Неприятный и сильно ощутимый запах		30/42,6
Головная боль, тошнота и раздражение глаз, носа и горла; невыносимый запах		10-50/14,2-71

Окончание таблицы 2

Отсутствие ощущения запаха человеком (при более высоких концентрациях запах менее сильный и неприятный)	Менее чем 60 минут без значительных проблем	> 100/142
Глазные и респираторные повреждения		50-300/71-426
Судороги и потеря сознания, опасность для жизни	Опасно для жизни при контакте в течении 30 минут	300-500/426-
Немедленная смерть	Опасно для жизни при контакте в течении нескольких минут/секунд	Более 700

Таблица 3

**Предельная концентрация агрессивных и вредных газов в коллекторе [8]**

Соединение	Предельная концентрация
СО, мг/м <sup>3</sup>	20 мг/м <sup>3</sup> или 0,0016 % свободного объема коллектора
СО <sub>2</sub> ,	0,05 % свободного объема коллектора при влажности от 45% до 98%
СН <sub>4</sub>	7000 мг/м <sup>3</sup> или 1 % свободного объема коллектора
Н <sub>2</sub> S	0,1 мг/дм <sup>3</sup> для обеспечения предохранения от газовой и биологической коррозии; 10 мг/м <sup>3</sup> для безопасности обслуживания
SO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	5-10
NH <sub>3</sub> , мг/м <sup>3</sup>	20 мг/м <sup>3</sup> или 1 0,0026 % свободного объема коллектора



Универсальный газоанализатор УГ-2



Шахтный интерферометр ШИ-11



«Дозор»

Рис. 1. Газоанализаторы, при помощи которых выполняется анализ газовой среды в подпольном пространстве канализационных коллекторов

Приборы для измерений концентрации экологически опасных газообразных веществ на канализационных сетях

Перед проведением работ на шахтах и колодцах канализационных сетей по технике безопасности необходимо провести анализ газовой фазы подсводового пространства коллектора. Для измерения концентраций газообразных веществ (CO, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>) используются газоанализаторы УГ-2 и «Дозор». При помощи интерферометра ШИ-11 определяют концентрации метана и углекислого газа. На рис. 1 приведены газоанализаторы, которые используются на канализационных сетях.

**Разработка метода расчетного определения концентрации H<sub>2</sub>S на выходе из канализационной шахты**

Глубина заложения канализационных трубопроводов в г. Харькове на некоторых участках достигает 40 м. Газообразный сероводород тяжелее воздуха и поэтому его концентрация на выходе из шахты меньше концентрации, устанавливаемой при обследовании трубопроводов.

Снижение концентрации зависит от аэродинамических условий, определяющих тягу на данном участке, температуры внутри шахты и наружной температуры, высоты шахты и т.д. С учетом значительных колебаний концентрации сероводорода в атмосфере подсводового пространства, большого диапазона изменений аэродинамических условий и температур необходимо было усреднить эти факторы за большой период времени. Для такого усреднения использовали измерение скорости коррозии бетона по высоте некоторых шахт на различных участках канализационной среды. С помощью полученных данных была построена усредняющая зависимость, представленная на рис. 2. Технический персонал канализационных сетей проводит работы на различной глубине шахт и колодцев, соответственно необходимо знать, какая концентрация экологически опасного сероводорода будет наблюдаться на той или иной глубине.

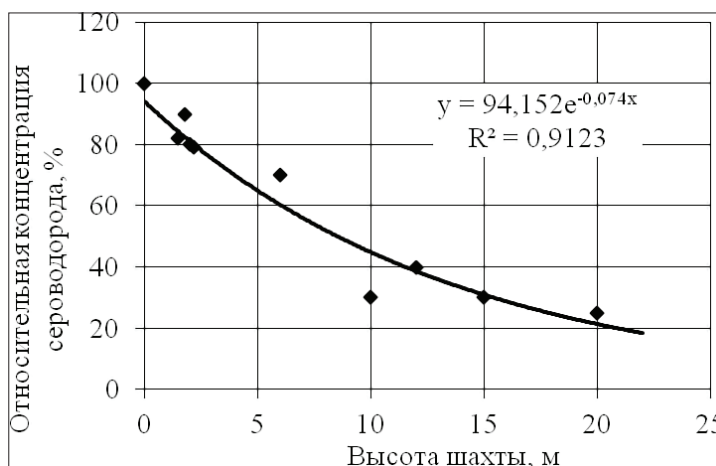


Рис. 2. Зависимость снижения относительной концентрации сероводорода в газо-воздушной среде от глубины шахты

Как видно из приведенных данных снижение концентрации сероводорода составляет приблизительно 8,0% на каждый метр высоты шахты [11, 12].

### Выводы

Проанализированы причины несчастных случаев на канализационных сетях. Главные из них – нарушения требований безопасности проведения работ на сетях, а также

высокая их загазованность токсичными, взрывоопасными газообразными соединениями. Для избежания аварийных ситуаций, которые влекут за собой приобретение профессиональных заболеваний либо гибель персонала, работающего на канализационных сетях, необходимо выполнять требования по технике безопасности при проведении работ на канализационных сетях на всех этапах.

### Литература

1. Дрозд Г.Я., Зотов Н.И., Маслак В.Н. Канализационные трубопроводы: надежность, диагностика, санация. Донецк, ИЭП НАН Украины, 2003. 260 с.
2. Дрозд Г.Я. Канализационные трубопроводы: надежность, диагностика, санация / Г.Я. Дрозд, Н.И. Зотов, В.Н. Маслак – Донецк: ИЭП НАН Украины, 2008. – 260 с.
3. Stuetz R., Frechen F.-B. Odours in Wastewater Treatment. Published by IWA Publishing, Alliance House, 12 Saxton Street (London SW1H 0QS, UK). – 2001. – 437 p.
4. Васильев В.М., Панкова Г.А., Столбихин Ю.В. Разрушение канализационных тоннелей и сооружений на них вследствие микробиологической коррозии // Водоснабжение и санитарная техника. – 2013. – № 9. – С. 67-76.
5. Кофман В.Я. Сероводород и метан в канализационных сетях / В.Я. Кофман // Водоснабжение и санитарная техника, № 11, 2012. – С. 72-78.
6. Коваленко А.Н., Юрченко В.А., Лебедева Е.С., Коваленко А.В., Бригада Е.В. Образование сероводорода – проблема эксплуатационной надежности и экологической безопасности водоотведения // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХНУБА, ХОТВ, АБУ, 2014. – Вип. 77. – С. 218-223.
7. Розенталь Н.К. Коррозия и защита бетонных и железобетонных конструкций сооружений очистки сточных вод // Бетон и железобетон. Оборудование, материалы, технология, 2011. – № 1. – С. 96-103.
8. ДБН В.2.5 – 75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування // К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 207 с.
9. Hvitved-Jacobsen T., Vollertsen J., Yongsiri C., Nielsen A.H., Abdul-Talib S. Sewer microbial processes, emissions and impacts // Sewer processes and networks – Paris, France, 2002. – 13 p.
10. НПАОП 41.0-1.01-79. Правила техники безопасности при эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест.
11. Лебедева Е.С., Юрченко В.А., Свергузова С.В. Количественная оценка влияния температурного фактора на накопление сероводорода в подсводовом пространстве канализационного коллектора // Вестник Казанского технологического университета: Т.17. №24; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. – С. 141-143.
12. Лебедева О.С. Сучасні технології мінімізації газоподібних викидів з каналізаційних мереж / Инновационные пути модернизации базовых отраслей промышленности, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей природной среды: сборник научных трудов V Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, 23–24 марта 2016 г., г. Харьков. – Х.: ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», 2016. – С. 92-101.

## ОКРЕМІ АСПЕКТИ ІНСТИТУЦІОЛІЗАЦІЇ БОРОТЬБИ З ДЕГРАДАЦІЄЮ ЗЕМЕЛЬ ТА ОПУСТЕЛЮВАННЯМ В УКРАЇНІ

Мовчан М.М.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ  
dei2005@ukr.net

Обґрунтовано, що удосконалення законодавчо-нормативної бази є першочерговим напрямом інституціоналізації боротьби з деградацією земель та опустелюванням в Україні за проектом Національного плану дій. *Ключові слова:* інституціоналізації, деградація земель, опустелювання, рівень сільськогосподарського освоєння території, незбалансоване співвідношення між земельними угіддями.

**Отдельные аспекты институционализации борьбы с деградации земель и опустынивания в Украине.** Мовчан М. Н. Обоснованно, что совершенствование законодательно-нормативной базы является первоочередным направлением институционализации борьбы с деградацией земель и опустыниванием в Украине по проекту Национального плана действий. *Ключевые слова:* институционализации, деградация земель, опустынивание, уровень сельскохозяйственного освоения территории, несбалансированное соотношение между земельными угодьями.

**Some aspects institutionalization of fight land degradation and desertification in Ukraine.** Movchan M. It is substantiated that the improvement of the legislative and normative base is a priority direction of institutionalization of the struggle against land degradation and desertification in Ukraine under the draft National Action Plan. *Keywords:* institutionalization, land degradation, desertification, the level of agricultural uses, unbalanced ratio between parkland.

Деградація земель та опустелювання є одними із найбільш важливих викликів для сталого розвитку України, які спричиняють істотні проблеми екологічного і соціально-економічного характеру. Концепцією боротьби з деградацією земель та опустелюванням, схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України за № 1024-р. від 22 жовтня 2014 р. визначено, що загострення цієї проблеми зумовлено [1]:

- необґрунтовано високим рівнем господарського (передусім, сільськогосподарського) освоєння

території та незбалансованим співвідношенням між земельними угіддями;

- порушенням науково обґрунтованих принципів землекористування та основ землеробства, у тому числі недотриманням сівозмін, зменшення обсягу внесення агрохімікатів, перш за все добрив, включаючи органічні;
- нераціональним розміщенням виробничих і житлових об'єктів, зокрема порушенням принципу розташування водоемних виробництв з урахуванням з місцевих водних ресурсів;
- недостатньою площею земель природоохоронного, рекреаційного,

оздоровчого та історико-культурного призначення;

- незадовільним станом забезпечення землеустрою щодо розроблення документації з охорони земель та здійснення передбачених нею заходів, а також недостатнім обсягом наповнення інформацією системи Державного земельного кадастру;

- задовільним функціонуванням державної системи моніторингу земель та довкілля, системи раннього оповіщення та моніторингу посух і гідрометеорологічної мережі спостережень;

- низьким рівнем матеріально-технічного та кадрового забезпечення органів державної влади у сфері управління земельними та іншими природними ресурсами;

- необхідністю більш широкого використання сучасних технологій, у тому числі геоінформаційних та дистанційного зондування землі, а також новітніх наукових розробок для прийняття та реалізації управлінських рішень;

- недостатнім обсягом фінансових ресурсів, що виділяються для розв'язання проблем у сфері охорони та збалансованого використання земель;

- відомчою і галузевою спрямованістю та недостатньою координованістю заходів у сфері боротьби з деградацією земель та опустелюванням без урахування багатофакторності їх причин та наслідків;

- недостатнім рівнем обізнаності населення, заінтересованості та спроможності власників земель і землекористувачів, кількість яких перевищила 25 млн осіб, у забезпеченні сталого використання земель та розв'язання проблем їх деградації.

Вирішення проблем деградації земель та опустелювання потребує наукового обґрунтування та розробки відповідного законодавчо-методичного забезпечення, вдосконалення методологічних і методичних засад, впровадження практичних рекомендацій щодо формування еколого-економічних відносин прав власності на землю у сфері боротьби з деградацією земель та опустелюванням, що сприятиме сталому землекористуванню.

Проблема щодо боротьби з деградацією земель та опустелюванням була об'єктом дослідження багатьох сучасних науковців – Д.І. Бабміндра, С.Ю. Булигін, С.А. Балюк, В.В. Медведєв, Т.В. Дудар, О.П. Канаш, В.М. Кривов, С.О. Осипчук, О.Г. Тараріко, О.М. Чумаченко та ін., однак вирішення даного питання залишається актуальним і на далі.

**Мета досліджень** – обґрунтування першочергових напрямів інституціоналізації боротьби з деградацією земель та опустелюванням в Україні.

**Результати досліджень.** Проблема охорони земель, боротьби з їх деградацією на сьогодні добула рівня глобальної, оскільки деградація земель має місце в усіх країнах світу. Основним критерієм деградації земель є ґрунтовий покрив як один з особливо вразливих об'єктів природи. У Посланні комісії ЄС «До тематичної стратегії захисту ґрунтів» визначено 8 основних загроз деградації ґрунтів: ерозія, кількісне і якісне зменшення органічної речовини (гумусу), забруднення, засолення, ущільнення, зсуви та повені, втрата біологічного різноманіття, накриття ґрунту. Крім двох останніх, усі види деградації ґрунтів поширені і на території України. За

даними ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії», найпоширенішим видом деградації є дегуміфікація (втрата гумусу й поживних речовин), якою вражено 43% загальної площі (табл. 1) [2].

Таблиця 1

## Поширення основних деградаційних процесів ґрунтів в Україні [2]

Види деградації ґрунтів	Поширення (% від загальної площі) відповідно ступеню			
	слабка	середня	сильна	всього
Втрата гумусу й поживних речовин	12	30	1	43
Переущільнення	10	28	1	39
Запливання і кіркоутворення	12	25	1	38
Водна ерозія	3	13	1	17
Підкислення	5	9	0	14
Заболочування	6	6	2	14
Забруднення радіонуклідами	5	6	0,1	11,1
Вітрова ерозія, втрата верхнього шару ґрунту	1	9	1	11
Забруднення пестицидами та іншими органічними речовинами	2	7	0,3	9,3
Забруднення важкими металами	0,5	7	0,5	8
Засолення, підлуження, осолонцювання	1	3	0,1	4,1
Водна ерозія, утворення ярів	0	1	2	3
Побічна дія водної ерозії (замулення водойм і ін.)	1	1	1	3
Зниження рівня денної поверхні	0,05	0,15	0,15	0,35
Деформація земної поверхні вітром	0,04	0,23	0,08	0,35
Аридизація ґрунтів	0,04	0,18	0	0,21

Джерело: розрахунки ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії»

Середньорічні втрати ґрунту від водної та вітрової ерозії становлять 15 т/га. Отже, ґрунтовий покрив країни втрачає щороку біля 740 млн. т родючого ґрунту, який містить близько 24 млн т гумусу, 0,7 рухомих фосфатів, 0,8 калію, 0,5 млн т азоту та велику кількість мікроелементів.

В Україні до 1990 року питання збереження ґрунтів, відтворення та підвищення їх родючості були пріоритетними і мали реальну державну підтримку. У цей період викону-

вався практично весь комплекс робіт, спрямованих на збереження ґрунтів, а обсяг їх щорічно збільшувався. В останні два десятиліття ситуація суттєво змінилася. До мінімуму скорочені заходи з докорінного поліпшення ґрунтів, а окремі роботи взагалі не виконуються вже кілька років поспіль. Тобто, деградація земель є вкрай серйозною проблемою для України, адже вона безпосередньо впливає на родючість ґрунтів та якість сільськогосподарських продуктів, що



у свою чергу призводить до значних економічних втрат (*понад 6 мільярдів доларів щорічно*) [3]. Деградація ґрунтів призводить до зниження їх продуктивності, внаслідок чого доходи сільського населення скорочуються, а якість їжі у сільських місцевостях погіршується, забезпеченість продуктами зменшується. Зниження продуктивності в аграрній сфері примушує сільське населення мігрувати у міста, що, в свою чергу, підвищує навантаження на інфраструктуру міст та сферу послуг. Як наслідок, спостерігається стійка тенденція погіршення якісного стану ґрунтів: зменшуються запаси гумусу, вміст поживних речовин, відбувається підкислення, засолення, деструктуризація ґрунтів. За таких умов створюється реальна загроза подальшої інтенсивної деградації ґрунтового покриву – основного засобу аграрного виробництва.

Через надмірну розораність дефіцитний баланс гумусу і поживних речовин, недостатнє внесення органічних речовин та мінеральних добрив, хімічних меліорантів, забруднення, ґрунти України в сучасних умовах продовжують деградувати. Отже, дегуміфікація – один із небезпечних деградаційних процесів ґрунтів, внаслідок якого знижується родючість ґрунтів.

За результатами агрохімічної паспортизації сільськогосподарських земель протягом 1986-2010 рр. вміст гумусу в ґрунтах скоротився на 0,22%. Якщо врахувати, що для збільшення його вмісту на 0,04% потрібно 10 років за умов виведення ділянки з використання, то ці втрати потрібно буде компенсувати протягом багатьох десятиріч років. Однією з основних причин такого стану є зна-

чне зменшення внесення органічних добрив. Лише за останні 10 років внесення органіки зменшилося з 8,6 тонн на 1 га ріллі у 1990 році до 0,5 тонн на 1 га у 2012 році [2].

Протягом останніх 10 років баланс гумусу був гостродефіцитним, його втрати становили –0,4 – –0,8 тонн з гектара. За результатами останнього туру агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення ґрунти України характеризуються в основному середнім (2-3%) і підвищеним (3-4%) вмістом гумусу, їх площа становить 16,4 млн га (66,1% від обстеженої). З низьким (1-2%) і дуже низьким (менше 1%) вмістом гумусу ґрунти піщаного і супіщаного гранулометричного складу поширені переважно на Поліссі – Волинська (87%), Житомирська (61,4%), Чернігівська (47,1%) і Рівненська (44,9%) області. Великі площі з низьким вмістом гумусу також у Львівській, Чернівецькій, Донецькій, Закарпатській та Київській областях [4].

Щорічно в Україні від ерозії втрачається до 500 млн т ґрунту. З продуктами ерозії з ґрунту виноситься до 24 млн т гумусу, 0,96 азоту, 0,68 млн т фосфору, 9,40 млн т калію (за експертними оцінками), що значно більше, ніж вноситься з добривами. Щорічний приріст еродованих земель сягає 80-90 тис. га.

Найважливішими факторами, які спричиняють такий стан, є високий ступінь розораності території України (на ріллю припадає 53,8% її площі), а також стихійне формування нових типів землекористування в умовах незавершеної земельної реформи, відсутність державних, регіональних і місцевих програм охорони ґрунтів, дієвих механізмів економічного сти-

мулювання захисту ґрунтів від ерозії, майже повна відсутність юридичної відповідальності за недбале землекористування і низький рівень фінансового забезпечення заходів з охорони ґрунтів від ерозії [4].

Проблема деградації земель та опустелювання зумовлена:

- необґрунтовано високим рівнем господарського (передусім сільськогосподарського) освоєння території та незбалансованим співвідношенням між земельними угіддями;
- недостатньою площею земель природоохоронного, рекреаційного, оздоровчого та історико-культурного призначення;
- незадовільним станом забезпечення землеустрою розробленою документацією в галузі охорони земель та здійснення передбачених нею заходів, а також недостатнім обсягом поповнення новою інформацією системи Державного земельного кадастру;
- недостатнім забезпеченням функціонування державної системи моніторингу земель та довкілля, системи раннього оповіщення та моніторингу посух і гідрометеорологічної мережі спостережень;
- обмеженим обсягом фінансових ресурсів, що виділяються для розв'язання проблем у сфері охорони та збалансованого використання земель;
- відомчою і галузевою спрямованістю та недостатньою координованістю заходів у сфері боротьби з деградацією земель та опустелюванням без урахування багатфакторності їх причин та наслідків;

Відповідно до Закону від 4 липня 2002 року № 61-IV Україна приєдналася до Конвенції ООН про боротьбу з опустелюванням у тих країнах, що

потерпають від серйозної посухи та/або опустелювання, особливо в Африці (далі – Конвенція).

Одним із основних зобов'язань уражених країн – Сторін Конвенції є розроблення національних планів дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелюванням, які мають відповідати 10-ти річній Стратегії впровадження цієї Конвенції.

Відповідно до умов Конвенції Мінприроди України » розроблено на виконання пункту 85 Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011–2015 роки, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 травня 2011 р. № 577, пункту 2 розпорядження Кабінету Міністрів України від 22 жовтня 2014 р. № 1024-р «Про схвалення Концепції боротьби з деградацією земель та опустелюванням» з урахуванням постанови Кабінету Міністрів України від 01.03.2014 № 65 «Про економію державних коштів та недопущення втрат бюджету», проект розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелювання».

Метою проекту Національного плану дій є підвищення ефективності реалізації державної політики у сфері боротьби з деградацією земель та опустелюванням, виконання пріоритетних завдань, зміцнення інституціональної спроможності та покращення координації діяльності уповноважених органів у відповідній сфері, а також забезпечення виконання Україною міжнародних зобов'язань як Сторони Конвенції. Реалізувати Національний план дій передбачено протягом 2015 – 2020 років.

Проектом Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелювання передбачено в законодавчо-нормативному плані:

- розроблення проектів Законів України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо спрощення надання та зміни цільового призначення земельних ділянок для заліснення»; «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України» щодо економічного стимулювання використання та охорони земель і підвищення родючості ґрунтів; «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо посилення вимог стосовно охорони довкілля під час вирішення питань вилучення (викупу), надання, зміни цільового призначення земельних ділянок»; «Про внесення змін до Водного і Земельного кодексів України щодо земель водного фонду»; «Про внесення змін до Водного кодексу України (щодо впровадження інтегрованих підходів до управління водними ресурсами за басейновим принципом)»; «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо використання меліорованих земель та меліоративних систем»; «Про збереження ґрунтів та охорону їх родючості»;

- розроблення проектів постанов Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до Порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режиму ведення господарської діяльності в них»; «Про внесення змін до Положення про державну систему моніторингу довкілля»; «Про затвердження Порядку включення територій та об'єктів до переліків територій та об'єктів екомережі»; «Про затвердження Порядку

економічного стимулювання використання та охорони земель і підвищення родючості ґрунтів»; «Про затвердження Нормативних показників виносу поживних речовин урожаєм сільськогосподарських культур»; «Про затвердження Порядку оцінки придатності земель (ґрунтів) та встановлення зон виробництва органічної продукції та сировини і Критеріїв якості земель (ґрунтів), їх придатності для виробництва органічної продукції та сировини, придатності для виробництва окремих культур»; «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини»; «Про внесення змін до Порядку збирання, використання, поширення інформації про опустелювання та деградацію земель»; «Про схвалення Концепції реформування державної системи моніторингу довкілля» та інших.

Отже, в Україні з часу приєднання її до Конвенції ООН про боротьбу з опустелюванням, розпочато перші кроки щодо боротьби з деградацією земель та опустелюванням. Але цього замало при існуючих темпах розвитку деградаційних процесів.

### Висновки

Найважливішими факторами, які спричиняють деградацію земель та опустелювання в Україні, є висока ступінь розораності території країни (*на ріллю припадає 53,8% її площі*), а також стихійне формування нових типів сільськогосподарського землекористування в умовах незавершеної земельної реформи, відсутність державних, регіональних і місцевих програм охорони ґрунтів, дієвих правових механізмів та економічного стимулювання захисту ґрунтів від ерозії,

майже повна відсутність юридичної відповідальності за недбале землекористування і низький рівень фінансового забезпечення заходів з охорони ґрунтів від ерозії. В такій ситуації першими кроками щодо інституціона-

лізації боротьби із деградацією земель та опустелюванням є удосконалення законодавчо-нормативної бази, визначеної проектом Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелювання.

#### Література

1. Розпорядження Кабінету міністрів України від 22 жовтня 2014 р. № 1024-р «Про схвалення Концепції боротьби з деградацією земель та опустелюванням»
2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2013 році. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінь Д.С. – 2015. – 324 с.
3. Електронний ресурс: <http://www.ua.undp.org/content/ukraine/uk/home/presscenter/articles/2014/05/05/-html>.
4. Балюк С.А. Екологічний стан ґрунтів України / С.А. Балюк, В.В. Медведєв, М.М. Мірошніченко, Є.В. Скрильник, Д.О. Тимченко, А.І. Фатєєв, А.О. Христенко, Ю.Л. Цапко // Український географічний журнал – 2012, № 2. – С. 38-42, с. 39.
5. Національний план дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011–2015 роки, затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 травня 2011 р. № 577.
6. Постанова Кабінету міністрів України від 01.03.2014 № 65 «Про економію державних коштів та недопущення втрат бюджету».
7. Проект розпорядження Кабінету міністрів України «Про затвердження Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелюванням». Електронний ресурс: <http://www.menr.gov.ua/normbaza/regulatory/554-proekty-rehuliatornykh-aktiv>.

---

---

## БІБЛІОГРАФІЯ

---

---

**Бугай О., Бойчук Ю., Солошенко Э. Екологія і охорона навколишнього середовища. – Суми: Університетська книга. – 2016. – 316 с.**

Посібник присвячений дії екологічних факторів у біосфері, викликаних антропогенним впливом. Викладені наукові основи охорони навколишнього середовища – вчення про біосферу, уявлення про екосистеми і закономірності їх функціонування, екологічні аспекти господарської діяльності людини. Розглянуті особливості існування живих організмів в умовах антропогенної трансформації біосфери. Значна увага приділена впливу забруднювачів навколишнього середовища на здоров'я людини. Визначені основні шляхи оптимізації взаємодії людського суспільства і природи. Посібник розрахований на студентів неекологічних спеціальностей вищих закладів освіти, викладачів, учителів і учнів загальноосвітніх шкіл та усіх, хто не байдужий до екологічних проблем світового масштабу і, зокрема, України.

**Тетельмин В.В., Сибагатуллин Ф.С. Экология жизненной среды. Курс лекций. – Санкт-Петербург: Ленанд. – 2016. – 256 с.**

В книге рассмотрена общая картина эволюции Вселенной от Большого взрыва до формирования современной цивилизации. Рассмотрена история взаимоотношений человеческого общества и природы, даются общие закономерности взаимодействия цивилизаций с окружающей средой и описание эволюции природопользования. Излагаются проблемы глобального экологического кризиса, а также качества жизни человека и общества. Рассмотрены проблемы народонаселения планеты и экологической обусловленности заболеваний человека. Представлены стратегия устойчивого развития человечества и необходимые шаги по переходу к сфере разума – ноосфере, а также правовой охране природной среды от загрязнений.

**Malyshev V., Kushchevskaya N., Barna N., Brusikova D.-M., Ozhema I. Professional English. Education and Ecology, Bio- and Nanotechnologies. Guidance Notes. – Kyiv: University "Ukraine". – 2016. – 244 с.**

This book sections are devoted to education, ecology, and biology, contain text, relevant lexical and grammatical exercises, texts for classroom reading according to the curriculum, and also terms list. Section devoted to nanotechnology composed of 9 authentic thematic texts accompanied by mini-dictionary and a number of exercises allowing students to expand their vocabulary, to speak out different models, and to enhance communication skills.

For students of engineering and biomedical fields. Students will be able to use the guide for self-study.

**Алексеевко В.А. Геоэкология. Экологическая геохимия. Учебник. – Одесса: Феникс. – 2016. – 688 с.**

Рассмотрены фундаментальные положения экологической геохимии, история ее становления и развития, а также задачи, стоящие перед этой наукой, в том числе связанные с возможными негативными последствиями антропогенной деятельности. Теоретические положения экологической геохимии излагаются в тесной связи с практическими вопросами хозяйственной деятельности. Содержится большое количество иллюстраций.

**Григоренко А. Охорона навколишнього природного середовища. Екологічна безпека. Законодавство, методики, рекомендації. – К.: Центр навчальної літератури. – 2016. – 288 с.**

Посібник розрахований на державних інспекторів України з охорони навколишнього природного середовища, суддів, адвокатів, суб'єктів підприємницької діяльності та студентів вищих навчальних закладів, які готують фахівців в галузі права.

---

---

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

---

---

- Азаров Сергій Іванович (Київ)** – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Інституту ядерних досліджень НАН України.
- Аль-Тамімі Рахім Касім Насер (Київ)** – аспірант, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.
- Анахов Павло Володимирович (Київ)** – Державний університет телекомунікацій.
- Безвербна Олена Вікторівна (Київ)** – аспірант кафедри екології, Національний авіаційний університет.
- Бедункова Ольга Олександрівна (Рівне)** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології Національного університету водного господарства та природокористування.
- Білик Тетяна Іванівна (Київ)** – кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології, Національний авіаційний університет.
- Бондар Олександр Іванович (Київ)** – доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НААНУ, заслужений діяч науки і техніки України, ректор Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління.
- Ващенко Володимир Миколайович (Київ)** – доктор фізико-математичних наук, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.
- Владі Валерій Олександрович (Дніпродзержинськ)** – науковий керівник ТОВ «Конструкторське бюро «БВВ».
- Вознюк Наталія Миколаївна (Рівне)** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет водного господарства та природокористування.
- Гетьман Володимир Іванович (Київ)** – кандидат географічних наук, доцент, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.
- Гарбуз Сергій Вікторович (Харків)** – ад'юнкт, Національний університет цивільного захисту України.
- Демків Анна Миколаївна (Київ)** – начальник наукового відділу Інституту державного управління у сфері цивільного захисту.
- Денисенко Інна Юріївна (Київ)** – аспірант, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.
- Задорожня Галина Петрівна (Київ)** – кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник Українського інституту науково-технічної інформації.
- Кашеев Михайло Анатолійович (Дніпродзержинськ)** – кандидат технічних наук, доцент кафедри металургії чорних металів Дніпродзержинського державного технічного університету.
- Кашеев Евгений Михайлович (Дніпродзержинськ)** – заступник генерального директора ТОВ «Придніпровський механічний завод».
- Кваша Тетяна Костянтинівна (Київ)** – завідувач відділу Українського інституту науково-технічної експертизи та інформації.

- Ковальов Олександр Олександрович (Харків)** – доцент Національний університет цивільного захисту України.
- Копилова Ольга Михайлівна (Рівне)** – аспірант, Національний університет водного господарства та природокористування.
- Косенко Василій Романович (Київ)** – кандидат технічних наук, Національний транспортний університет.
- Красовський Володимир Васильович (Хорол)** – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Хорольський ботанічний сад.
- Кризька Юлія Михайлівна (Київ)** – аспірант, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.
- Ламі Ді а Джухі Хусейн (Київ)** – аспірант, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.
- Ларін Олександр Миколайович (Харків)** – доктор технічних наук, професор Національний університет цивільного захисту України.
- Лебедєва Олена Сергіївна (Харків)** – аспірант, Харківський національний університет будівництва та архітектури.
- Лобунько Антон Вікторович (Київ)** – здобувач, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.
- Магась Наталія Іванівна (Миколаїв)** – старший викладач Національного університету суднобудування ім. адм. Макарова.
- Манзенко Сергій В'ячеславович (Дніпродзержинськ)** – директор ТОВ «Конструкторське бюро «ВАН».
- Машков Олег Альбертович (Київ)** – доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, проректор з наукової роботи Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління.
- Мележик Ольга Вікторівна (Київ)** – кандидат біологічних наук, Відкритий міжнародний університет розвитку людини „Україна”.
- Мовчан Михайло Миколайович (Київ)** – аспірант, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.
- Нестеренко Олена Вікторівна (Харків)** – асистент, Харківський національний університет будівництва та архітектури.
- Овезгельдієв Ата Оразгельдійович (Житомир)** – доктор технічних наук, професор, Житомирський державний технологічний університет.
- Паладченко Олена Федорівна (Київ)** – завідувач сектору Українського інституту науково-технічної експертизи та інформації.
- Пласкальний Володимир Віталійович (Київ)** – Київський національний університет імені Тараса Шевченка.
- Прилипко Олександр Іванович (Житомир)** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, Житомирський державний технологічний університет.
- Рибчак Оксана Петрівна (Київ)** – студент кафедри екології, Національний авіаційний університет.
- Рудько Георгій Ілліч (Київ)** – доктор геолого-мінералогічних наук, доктор географічних наук, доктор технічних наук, професор, голова Державної комісії України по запасах корисних копалин.



- Савлущинський Олег Миколайович (Київ)** – Міністерство екології та природних ресурсів України.
- Самохвалова Анна Ігорівна (Харків)** – кандидат технічних наук, асистент, Харківський національний університет будівництва та архітектури.
- Сидоренко Володимир Леонідович (Київ)** – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри профілактики пожеж та безпеки життєдіяльності населення Інституту державного управління у сфері цивільного захисту.
- Третяк Антон Миколайович (Київ)** – доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НААН України, директор ННІ економіки та екології природокористування ДЕАПОУ Мінприроди України.
- Трохименко Анна Григоріївна (Миколаїв)** – кандидат біологічних наук, доцент Національного університету суднобудування ім. адм. Макарова.
- Ященко Цвітана Романівна (Миколаїв)** – аспірант Національного університету суднобудування ім. адм. Макарова.

Наукове видання

---

# ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

---

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

**3-4 / 2016 (14-15)**

---

- *Теоретична екологія*
- *Загальні проблеми екологічної безпеки навколишнього середовища*
- *Питання освіти для сталого розвитку*
- *Екологія та економіка природокористування*
- *Інноваційні аспекти підвищення рівня екобезпеки*
- *Екологія і виробництво*
- *Розвиток природно-заповідного фонду*
- *Економіка природокористування*
- *Сторінка молодого вченого*

Адреса редакції:

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корпус 2, Київ, 03035;  
тел./факс (+38 044) 206-30-34;  
[www.ecoj.dea.gov.ua](http://www.ecoj.dea.gov.ua)  
e-mail: [pressdei@ukr.net](mailto:pressdei@ukr.net)

Видавничий дім «Гельветика»

E-mail: [mailbox@helvetica.com.ua](mailto:mailbox@helvetica.com.ua) Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 4392 від 20.08.2012 р.

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2016. Формат 60x84/16.  
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Цифровий друк.  
Ум.-друк. арк. 22,55. Тираж 100. Замовлення № 1217/1.  
Ціна договірна. Віддруковано з готового оригінал-макета