

ISSN 2306-9716

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

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

3-4 / 2015 (10-11)

КИЇВ – 2015

Екологічні науки: науково-практичний журнал / Головний редактор
О.І. Бондар. – К.: ДЕА, 2015.– №10-11.– 332 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.;

Белецький 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.ен.;

Ващенко 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.; Іващенко 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.; Петришвили Г., д.т.н. (Польща);

Петрук В.Г., д.т.н.; Рудько Г.І., д.т.н., д.г.-м.н., д.г.н.;

Саталкін 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 Міністерства України №153 від 14.02.2014), Технічні науки (Наказ Міністерства 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,
2015

ЗМІСТ

ТЕОРЕТИЧНА ЕКОЛОГІЯ	6
Машков О.А., Абідов С.Т., Косенко В.Р. Теоретичні основи забезпечення екологічної безпеки складних систем: метод багатокритеріального вибору оптимального варіанту екосистеми.....	6
Михайленко Л. Є. Гармонізація українських і європейських стандартів охорони природних вод.....	23
ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	30
Беззубко Б.І., Беззубко Л.В. Проблеми розвитку старопромислових регіонів	30
Гроховська Ю.Р. Структурний аналіз водної флори Стир-Горинської частини басейну Прип'яті	38
Лозовицький П.С., Лозовицький А.П. Формування стоку й оцінювання якості води річки Каланчак.....	48
Лозовицький П.С., Лозовицький А.П. Екологічне оцінювання якості води Сейму на кордоні з Росією та транскордонне перенесення речовин стоком.....	63
Матвієнко В.В. Оцінка екологічного стану довкілля різних за рівнем забруднення територій	84
Poliakova I., Denisenko I. Technogenic and ecological consequences of tritium contamination of the surrounding environment caused by emissions from near surface storage of radioactive waste	90
Іващенко Т.Г., Новосельська Л.П. Використання фосфогіпсу в створенні складних компостів для сільськогосподарського виробництва.....	97
Олевська Т.В., Косяк І. В. Еколого – економічні аспекти використання паливних пелет в Україні.....	110
Рудько Г. І., Плахотній С. А. Гібридна війна та її екологічні наслідки для донецького гірничо-промислового регіону	114
Третяк А.М., Третяк В. М. Парадигма реформування суспільних поглядів на систему нагляду за дотриманням законодавства в природоохоронній галузі	124
Дмитрієва О.О., Хоренжя І.В. Організація екологічно безпечного водовідведення в населених пунктах України	131
Трач І.А., Петрук В.Г., Костюк В.В., Петрук Р.В. Аналіз впливу техногенних загроз на екологічну безпеку природного середовища	139
ПИТАННЯ ОСВІТИ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	145
Онопрієнко В.П., Бондаренко С.М. Актуальні проблеми енергетики в екологічній освіті.....	145

ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ	154
Третяк В. М., Свентух В.Ю. Екологічна сталість землекористування як фактор підвищення економічної ефективності використання сільськогосподарського земель	154
Чован О.О., Давиденко І.В., Серебряков В.В., Яненко В.О., Прокопенко С.П. Дані щодо розміщення та чисельності деяких видів зимуючих птахів у південній та південно-західній частинах Криму у лютому 2014 р.	162
ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОБЕЗПЕКИ	176
Никифоров В.В., Дігтяр С.В. Екологічна біотехнологія виробництва метану та біодобрива із синьо-зелених водоростей	176
ЕКОЛОГІЯ І ВИРОБНИЦТВО	181
Дан Е. Л., Бутенко Э.О., Капустин А.Е. Ликвидация сульфидных промышленных стоков с помощью сорбентов	181
Козир Д.О., Костенко В.К., Майборода А.М., Костенко Т.В. Обґрунтування методики дистанційного вимірювання температури поверхні джерел горіння та самонагрівання на породних відвалах вугільних шахт	187
Лапшин Ю. С., Машков О. А., Барановська В. Є., Голубцова Н. Ю., Паріков Л. Є. Вітроенергетика - це можливість для України вийти з кризи	194
Ларин А.Н., Гарбуз С.В., Ковалёв А.А. К вопросу создания нового экологически безопасного процесса принудительной вентиляции резервуаров хранения светлых нефтепродуктов	204
Гошовський С. В., Зур'ян О. В. Зниження техногенного навантаження на довкілля при одержанні енергії	202
РОЗВИТОК ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ	229
Риженко Н.О. Екологічний моніторинг рекреаційних ландшафтів Голосіївсько-Феофанівської та Конча-Заспівської зелених зон м. Києва	229
Рудько Г.І., Савлучинський О.М. Екологічна безпека навколишнього середовища на різних стадіях освоєння родовищ сланцевого газу	253
Юрченко А.Д., Кузьмінський В.О. Особливості формування культурних ландшафтів в сільській місцевості в межах територій ПЗФ загальнодержавного значення	268
Коваленко І. М. Прогнозування розвитку популяцій	272
Петрук Р. В., Костюк В. В., Трач І. А. Метод біоіндикації екологічно забруднених територій	282

Шевченко Р. Ю. Проектування картографічних умовних позначень об'єктів природно-заповідного фонду	290
ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ	298
Бодюк А.В. Аналіз потреб у геологічному вивченні надр	298
Волошин В.С., Елистратова Н.Ю. Перспективы специальной экономической деятельности в Северном Приазовье	307
СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО	314
Смоляр В.В., Покшевицька Т. В. Екологічна технологічна платформа як механізм трансферу технологій	314
Шмарин С. Л. Исследование содержания биоразлагаемого углерода в пищевых отходах Украины в городе Борисполь	319
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ	331

ТЕОРЕТИЧНА ЕКОЛОГІЯ

УДК 502.35.5:681.5.01

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СКЛАДНИХ СИСТЕМ: МЕТОД БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ЕКОСИСТЕМИ

Машков О.А.¹, Абідов С.Т., Косенко В.Р.²

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

² Національний транспортний університет,
вул. Суворова, 1, 01010, м. Київ,
kosenko_viktoriy@mail.ru

Розглянуто теоретичні основи забезпечення екологічної безпеки складних систем. Запропоновано метод багатокритеріального вибору складної екологічної системи. Наведено напрями використання запропонованих критеріїв. *Ключові слова:* екологічна безпека, вибір, критерій, оптимальна система.

Теоретические основы обеспечения экологической безопасности сложных систем: метод многокритериального выбора оптимального варианта экосистемы. Машков О.А., Косенко В.Р. Рассмотрены теоретические основы обеспечения экологической безопасности сложных систем. Предложен метод многокритериального выбора оптимального варианта сложной экологической системы. Изложены направления использования предложенных критериев. *Ключевые слова:* экологическая безопасность, выбор, критерий, оптимальная система.

Theoretical foundations of ecological safety of complex systems: the method of multi-criteria selection of the optimal variant of ecological systems. Mashkov O., Kosenko V. In the article examines the theoretical foundations of environmental security of complex systems. A method is proposed for multi-criteria selection of the optimal variant of complex ecological systems. Considers ways of using the proposed criteria. *Keywords:* environmental safety, the selection criterion, the optimal system.

Екологічна безпека є не лише необхідною умовою для забезпечення права громадян України на життя в умовах чистого довкілля, гарантованого статтею 50 Конституції України, але й важливим кроком просування держави до інтеграції з європейською спільнотою. Сучасну екологічну ситуацію в Україні в цілому можна охарактеризувати як напружену. Існуючий рівень екологічної безпеки здебільшого зумовлений надзвичайно високим техногенним навантаженням на її територію. Прояви екологічної небезпеки для здоров'я і життя людей в різних регіонах України внаслідок негативного впливу техногенної діяльності та небезпечних природних процесів останнім часом набувають тенденції до зростання.

На сьогодні відсутні теоретичні основи забезпечення екологічної безпеки складних систем, зокрема, наукові методи багатокритеріального вибору оптимального варіанту екосистеми при впровадженні екологічно безпечних технологій.

Необхідність розробки методу багатокритеріального вибору оптимального варіанту екосистеми пов'язана з тим, що рівень застосування інноваційних, ресурсозберігаючих та природоохоронних технологій, включаючи і технології переробки, утилізації та знищення відходів, й досі залишається низьким.

Накопичення відходів стало одним із найбільш вагомих факторів забруднення навколишнього природного середовища, негативного впливу на всі його компоненти. Тому обмеження обсягів утворення відходів, розширення сфери їх утилізації, знешкодження та екологічно безпечного видалення з послідовним зменшенням їх накопичень має стати одним із найважливіших завдань. Атомні електростанції як найбільші виробники радіоактивних відходів, на своїх майданчиках здійснюють їх первинну переробку та тимчасове зберігання. Основне навантаження на довкілля у промисловому секторі припадає на підприємства

хімічної, металургійної, гірничодобувної галузей та електроенергетики. Потенційно екологічно небезпечні об'єкти, раптове виникнення надзвичайних ситуацій, які можуть завдати істотну екологічну шкоду, становлять значну частку в структурі промисловості України. На їхню долю припадає майже третина обсягу продукції, що виробляється. Понад 20% території України перебуває у незадовільному стані через перенасичення ґрунтів різними токсичними сполуками. Основними джерелами їх забруднення є сільське господарство, промисловість і транспорт.

Окремою проблемою є масштабне нафтохімічне забруднення підземних вод та ґрунтів.

Нехтування запобіжними заходами безпеки підвищує рівень ризику виникнення аварій з екологічними наслідками. Аварії на промислових підприємствах і пов'язані з ними наслідки погіршення екологічної ситуації переважно виникають через низький рівень безпеки виробництва, недостатню підготовку кадрового ресурсу, застарілі технології або недостатнє забезпечення виконання технологічних регламентів тощо. Промислові аварії спричиняють антропогенні зміни екосистем, які здатні тривалий час впливати на здоров'я і добробут людей та стан природного середовища.

Удосконалення існуючої в Україні системи забезпечення екологічної безпеки, як пріоритетного напрямку державної політики, потребує проведення аналізу процесів трансформації в економіці та державному управлінні. Отже, на сьогодні залишається актуальною розробка теоретичних основ забезпечення екологічної безпеки складних систем, розробка методів

вибору найкращих (оптимальних) варіантів екологічних систем та їх практичне впровадження.

Екологічна безпека як властивість складної системи

Пропонується розглядати «екологічну безпеку» як властивість (фазові координати) складної системи. Забезпечення цієї властивості здійснюється шляхом прийняття управлінських рішень з урахуванням відповідної мети управління. Мета управління може бути пов'язана з економічними, соціальними, екологічними та іншими факторами (стратегіями, планами, задачами).

Відомо, що важливим завданням на найближчу перспективу є мінімізація підвищення рівня антропогенного впливу на довкілля. Заміна технологій і технічне переоснащення підприємств потребують значних капіталовкладень, що в зв'язку зі спадом виробництва та несприятливим інвестиційним кліматом на найближчу перспективу є малоймовірним.

На даному етапі як вихід слід розглядати здійснення модернізації із застосуванням системно-екологічного підходу, який передбачає комплекс технологічних, управлінських і господарських удосконалень і нововведень, спрямованих на поліпшення екологічних характеристик виробництва.

Система екологічного управління на підприємствах повинна стати невід'ємною складовою загальної системи їх управління. Рішення з питань екологічної безпеки мають прийматися з врахуванням особливостей екосистем, що розглядаються:

- значне антропогенне порушення і техногенна перевантаженість тери-

торії України, зростання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характерів;

- нераціональне, виснажливе використання мінерально-сировинних природних ресурсів як не відновлюваних, так і відновлюваних;
- негативні соціально-екологічні наслідки Чорнобильської катастрофи;
- погіршення екологічного стану водних басейнів, загострення проблем трансграничних забруднень та якості води;
- загострення техногенного стану гідротехнічних споруд каскаду водосховищ на р. Дніпро;
- неефективність заходів щодо подолання негативних наслідків та іншої екологічно небезпечної діяльності;
- посилення впливу шкідливих генетичних ефектів у популяціях живих організмів, зокрема генетично змінених організмів, та біотехнологій;
- застарілість та недостатня ефективність комплексів з утилізації токсичних і екологічно небезпечних відходів.

Екосистема передбачає використання як вже існуючих, так й запровадження нових механізмів регулювання екологічної безпеки, зокрема:

- ідентифікація небезпечних видів діяльності як основного критерію при оцінці стану екологічної безпеки;
- ліцензування небезпечних видів діяльності як інструменту регулювання рівня безпеки при роботі з небезпечними речовинами та процесами;
- страхування екологічних ризиків;

- здійснення екологічного аудиту як одного з можливих інструментів оцінки рівня безпеки;
- застосування поняття “ризик” як інтегрального показника можливих екологічних загроз.

Складні об'єкти, що становлять підвищену екологічну небезпеку

Серед техногенно небезпечних об'єктів найбільш небезпечними є об'єкти з виробництва вибухових речовин та утилізації непридатних боєприпасів; підприємства хімічної та нафтопереробної промисловості; об'єкти, що використовують хлор та аміак (холодильні установки, установки з очищення води тощо); склади пестицидів та агрохімікатів; аміакопророуди.

У зонах можливого хімічного зараження та розміщення потенційно небезпечних об'єктів мешкає значна частина населення України. Найбільша кількість хімічно небезпечних об'єктів зосереджена в Донецькій, Дніпропетровській, Луганській та Харківській областях.

До найбільш поширених небезпечних хімічних речовин, що використовуються на підприємствах хімічної промисловості, належать аміак, хлор, діоксид азоту, акрилонітрил, сірковий ангідрид, азотна кислота, сірчана кислота, метанол, бензол, карбамідоаміачні суміші, гідроксид натрію, формальдегід.

Забезпечення екологічної безпеки на потенційно небезпечних об'єктах вимагає технічного переоснащення виробництва з впровадженням новітніх ресурсо- та енергозберігаючих технологій, посилення нагляду за неу-

хильним виконанням вимог промислової безпеки на потенційно небезпечних об'єктах, забезпечення комплексної переробки, утилізації, вивезення та захоронення відходів виробництва.

Важливе значення у формуванні державної політики мають питання національної безпеки, а саме: захисту життя і здоров'я персоналу, який обслуговує ядерні установки, об'єкти поводження з радіоактивними відходами та джерела іонізуючого випромінювання, впливу радіоактивних відходів на навколишнє природне середовище та населення, яке проживає на територіях з підвищеними рівнями радіоактивності.

На території України радіоекологічний стан характеризується геохімічною структурою ґрунтів та техногенним радіоактивним забрудненням територій внаслідок Чорнобильської катастрофи.

Результати радіоекологічного моніторингу зони відчуження підтверджують забруднення практично всіх складових довкілля. За рахунок процесів перерозподілу та міграції радіонуклідів, задепонованих після аварії в похованнях, ландшафтах, замкнених водоймах, окремих об'єктах, іде процес формування вторинних джерел, доступних для “споживання” за межами зони відчуження, що робить їх потенційно небезпечними.

На основі проведеного аналізу стану екологічної безпеки України були сформульовані основні напрями підвищення рівня екологічної та радіаційної безпеки у сфері охорони навколишнього природного середовища:

- проведення структурної регіональної політики щодо стимулювання розвитку галузей невикористаної сфери і галузей обробної промисловості та

скорочення частки важкої промисловості, в першу чергу тих галузей, що є основними забруднювачами навколишнього природного середовища;

- покращення стану земельних і водних ресурсів, у тому числі, шляхом реабілітації радіоактивно забруднених територій і рекультивации територій з відвалами вугледобутку і мінеральної сировини, з підвищеними рівнями радіоактивності та запобігання поширенню небезпечних природно-техногенних явищ – ерозії ґрунтів, їх засолення, підтоплення території та ін.;

- проведення комплексу заходів із запобігання виникнення надзвичайних екологічних ситуацій, пов'язаних з повеннями, підтопленням території, пожежами в екосистемах.

- технічне переоснащення промислового виробництва шляхом запровадження ресурсо- та енергозберігаючих технологій виробництва і впровадження нетрадиційних технологій енергетики, зорієнтоване, зокрема, на підвищення рівня екологічної безпеки регіонів;

- підвищення рівня радіаційної безпеки (особливо для Київської, Житомирської, Рівненської та Чернігівської областей);

- запобігання промислового та побутового забруднення водойм, зниження обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферу;

- запобігання проявам надзвичайних ситуацій природного характеру (в першу чергу, у Львівській та Херсонській областях) та нарощення людських, фінансових, матеріально-технічних ресурсів, здатних мінімізувати негативні наслідки їх проявів.

- залучення додаткових джерел фінансування превентивної діяльності з попередження прояву надзвичайних ситуацій природного характеру;

- повне переоснащення житлово-комунального господарства та переведення його на ринкову основу функціонування;

- формування та розвиток екологічної мережі європейського зразка і збільшення заповідних природних територій.

I. Вибір складної екологічно небезпечної техногенної системи на основі методів ранжування показників якості. Процедура ранжування показників якості функціонування.

Однією з основних особливостей сучасності є стрімкий розвиток складних екологічно небезпечних техногенних систем різноманітного призначення (хімічно-небезпечні об'єкти, гідротехнічні споруди, хвостосховища і шламонакопичувачі, об'єкти енергетичного комплексу, транспортні системи та ін.). Це вимагає вживання заходів щодо наукової та технологічної підтримки як їх розробки так і впровадження. Одним з таких заходів є удосконалення методології проектування складних систем відповідно до вимог та завдань майбутнього. Проектування ніколи не було застиглим процесом, його методологія вдосконалювалась залежно від мети проектування, вимог до нових зразків систем, зовнішніх умов їх функціонування та досягнутого рівня наукового забезпечення.

Відомо, що завдання визначення ваги значимості, при великій кількості параметрів, є складним і таким, яке

сильно виливає на результати синтезу складної системи. Ретроспективний аналіз дозволяє виділити чотири характерних напрямки у процесі побудови складної системи.

Перший напрям ("Працездатність") характеризується практично повною відсутністю досвіду вирішення нових проектних завдань, а часто і методів проектування складних об'єктів. При цьому використовуються вузько-спеціальні методи проектування, які забезпечують розробку елементів систем, здатних функціонувати у складі цілого.

Другий напрямок ("Оптимальність") - удосконалення методології проектування та покращення характеристик розроблюваної системи. Характерна риса цього напрямку полягає у тому, що головна увага приділяється проектуванню за критерієм оптимізації окремих показників якості функціонування системи (наприклад максимізації прибутку, скорочення тривалості робіт, мінімізації маси конструкцій тощо).

Третій напрямок ("Вартість") характерний тим, що на зміну методології, яка забезпечує створення "оптимальної" технічної системи, прийшла методологія, мета якої - забезпечення максимальної економічної ефективності системи, що проектується.

Четвертий напрямок ("Ефективність") характеризується застосуванням системного підходу, який передбачає максимально можливу повноту врахування різноманітних наслідків розробки та експлуатації складних систем. Головна особливість цього етапу – багатокритеріальність та суттєве розширення меж об'єкта проектування, урахування взаємодії проекто-

ваної системи та зовнішнього середовища на всіх стадіях життєвого циклу.

З огляду на складність та тривалість створення нової методології у повному обсязі, доцільно вирішувати це завдання поетапно. На кожному з етапів здійснюється порівняльний аналіз можливих напрямів розвитку технічної системи з метою визначення їх відносної важливості та черговості розробки.

Для визначення процедури ранжування показників якості функціонування скористаємось одним з інструментів кластерного аналізу - методом аналізу ієрархій. Суть методу полягає у наступному.

1.1. Будемо багаторівневу ієрархію показників системи

Перший рівень визначає головну мету розробки ефективної методології проектування.

Другий рівень - сукупність критеріїв I_{2i} , $i=1,k$, за якими будемо порівнювати різні підходи при виборі "найкращої" методології. Як такі підходи на другому рівні можуть використовуватись:

I_{21} - повнота врахування факторів, які впливають на якість проектованої системи;

I_{22} - адекватність методології прогнозованої реальності (відповідність вимогам та завданням майбутнього);

I_{23} - довготривалість або здатність враховувати наслідки функціонування проектованої системи у майбутньому;

I_{24} - реалізованість або можливість використання методології у практиці проектування з прийнятними витратами (часу, матеріальних засобів та ін.).

Третій рівень I_{31}, \dots, I_{3l} - сукупність критеріїв, за якими будемо порівнюва-

ти можливі напрямки розвитку методології проектування. Які такі напрямки на третьому рівні можуть використовуватись:

I₃₁ - формування рішень з урахуванням потреб не тільки найближчого, але й віддаленого майбутнього (забезпечення ефективності на великому часовому інтервалі);

I₃₂ - зміна системи критеріїв, які визначають ефективність системи (економічність, безпека, надійність та ін.);

I₃₃ - розвиток системних методів проектування з метою не тільки врахування наслідків рішень, які приймаються, але й управління цими наслідками. Йдеться про перехід від проектування об'єкта до проектування майбутнього штучного середовища, що виходить за рамки будь-якої однієї вузької спеціальності у галузі проектування складних систем;

I₃₄ - створення системи, яка забезпечує прогнозування можливостей об'єкта, який проектується;

I₃₅ - прийняття системи багатоаспектних рішень в умовах появи нових вимог до спроектованого об'єкта, нових технологій, зміни параметрів зовнішнього середовища;

I₃₆ - пошук та використання розробок та технологій в інших галузях науки та техніки, що дозволяє отримати нові ідеї та рішення.

1.2. Здійснюємо попарне порівняння елементів ієрархії на другому рівні

$$I_{2i} \sim I_{2j}, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 4$$

З цією метою складемо матрицю попарних порівнянь критеріїв (табл.1).

Таблиця 1

Для I ₁	I ₂₁	I ₂₂	I _{2i}	I _{2k}	$\tilde{P}_2(\bullet)$
I ₂₁	1	α_{21}^{22}	α_{21}^{2i}	α_{21}^{2k}	$\tilde{P}_2(I_{21})$
I ₂₂	α_{22}^{21}	1	α_{22}^{2i}	α_{22}^{2k}	$\tilde{P}_2(I_{22})$
I _{2i}	α_{2i}^{21}	α_{2i}^{22}	1	α_{2i}^{2k}	$\tilde{P}_2(I_{2i})$
I _{2k}	α_{2k}^{21}	α_{2k}^{22}	α_{2k}^{2i}	1	$\tilde{P}_2(I_{2k})$

По діагоналі матриці записуються 1.

Порівняння проводимо у нормалізованій формі відносно відповідних I_{2i}, до головної мети I₁. Результат порівняння

$\alpha_{2n}^{2m}, n, m = 1, \bar{k}$ носить суб'єктивний характер, тобто не може бути суворо формалізованим.

Практика свідчить, що таке порівняння зручно виконувати за шкалою 0-

10. Результат порівняння характеризує відношення ваги I_{2i}, I_{2j}, тобто у скільки разів вплив критерію I_{2i}, є важливішим, ніж вплив I_{2j} на головну мету I₁.

Отже, параметр α_{2n}^{2m} буде характеризувати вагу критерію I_{2n} відносно до критерію I_{2m} за впливом на загальний критерій I₁

$$\alpha_{21}^{22} = \frac{I_{21}}{I_{22}}; \quad \alpha_{21}^{2i} = \frac{I_{21}}{I_{2i}}; \quad \alpha_{21}^{2k} = \frac{I_{21}}{I_{2k}}; \quad \alpha_{2j}^{2j} = 1;$$

$$\alpha_{2n}^{2m} = \frac{I_{2n}}{I_{2m}}, \quad m, n = 1, \bar{k},$$

причому

$$\alpha_{2n}^{2m} = \frac{1}{\alpha_{2m}^{2n}} = [\alpha_{2m}^{2n}]^{-1}.$$

2. Визначаємо пріоритети $\tilde{P}_2(I_{2k})$ критеріїв I_{2i}, i=1,k як нормовану суму рядків елементів матриці парних порівнянь. Попередньо визначимо суму рядків елементів матриці

$$P_2(I_{21}) = 1 + \alpha_{21}^{22} + \dots + \alpha_{21}^{2i} + \dots + \alpha_{21}^{2k} = \sum_{r=1}^k \alpha_{21}^{2r}$$

$$P_2(I_{22}) = \alpha_{22}^{21} + 1 + \dots + \alpha_{22}^{2i} + \dots + \alpha_{22}^{2k} = \sum_{r=1}^k \alpha_{22}^{2r}$$

$$P_2(I_{2i}) = \alpha_{2i}^{21} + \alpha_{2i}^{22} + \dots + 1 + \dots + \alpha_{2i}^{2k} = \sum_{r=1}^k \alpha_{2i}^{2r}$$

$$P_2(I_{2k}) = \alpha_{2k}^{21} + \alpha_{2k}^{22} + \dots + \alpha_{2k}^{2i} + \dots + 1 = \sum_{r=1}^k \alpha_{2k}^{2r}$$

Пріоритети критеріїв другого рівня визначаємо шляхом нормування сум рядків

$$\tilde{P}_2(I_{21}) = \frac{P_2(I_{21})}{\sum_{r=1}^k P_2(I_{2r})}$$

$$\tilde{P}_2(I_{22}) = \frac{P_2(I_{22})}{\sum_{r=1}^k P_2(I_{2r})}$$

$$\tilde{P}_2(I_{2i}) = \frac{P_2(I_{2i})}{\sum_{r=1}^k P_2(I_{2r})}$$

$$\tilde{P}_2(I_{2k}) = \frac{P_2(I_{2k})}{\sum_{r=1}^k P_2(I_{2r})}$$

Тобто

$$\tilde{P}_2(I_{2i}) = \frac{\sum_{r=1}^k \alpha_{2i}^{2r}}{\sum_{r=1}^k \alpha_{21}^{2r} + \sum_{r=1}^k \alpha_{22}^{2r} + \dots + \sum_{r=1}^k \alpha_{2k}^{2r}} = \frac{\sum_{r=1}^k \alpha_{2i}^{2r}}{\sum_{s=1}^k \sum_{r=1}^k \alpha_{2s}^{2r}}$$

1.3. Здійснюємо попарне порівняння елементів ієрархії на третьому рівні для кожного

$$I_{3i} \sim I_{3j}, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 6$$

з елементів ієрархії на другому рівні (табл. 2,3,4,5).

Порівняння проводять аналогічно у нормованій формі. Елементи матриці

парних порівнянь мають зміст відношення критеріїв I_{3i} та I_{3j}, i,j=1,l до ступеня їх впливу на I_{2l}, l=1,k

$${}_l\beta_{3n}^{3m} = \frac{I_{3n}}{I_{3m}}, \quad m, n = 1, \bar{l}$$

$${}_l\beta_{3i}^{3i} = 1.$$

Таблиця 2

Для I ₂₁	I ₃₁	I ₃₂	...	I _{3i}	...	I _{3l}	$\tilde{P}(\bullet)$
I ₃₁	1	${}_l\beta_{31}^{32}$	...	${}_l\beta_{31}^{3i}$	...	${}_l\beta_{31}^{3l}$	${}_1\tilde{P}(I_{31})$
I ₃₂	${}_l\beta_{32}^{31}$	1	...	${}_l\beta_{32}^{3i}$	...	${}_l\beta_{32}^{3l}$	${}_1\tilde{P}(I_{32})$
...	...	...	1	...	...	...	...
I _{3i}	${}_l\beta_{3i}^{31}$	${}_l\beta_{3i}^{32}$	...	1	...	${}_l\beta_{3i}^{3l}$	${}_1\tilde{P}(I_{3i})$
...	...	...	...	...	1	...	...
I _{3l}	${}_l\beta_{3l}^{31}$	${}_l\beta_{3l}^{32}$	...	${}_l\beta_{3l}^{3i}$	...	1	${}_1\tilde{P}(I_{3l})$

Таблиця 3

Для I ₂₂	I ₃₁	I ₃₂	...	I _{3i}	...	I _{3l}	$\tilde{P}(\bullet)$
I ₃₁	1	${}_2\beta_{31}^{32}$	...	${}_2\beta_{31}^{3i}$	...	${}_2\beta_{31}^{3l}$	${}_2\tilde{P}(I_{31})$
I ₃₂	${}_2\beta_{32}^{31}$	1	...	${}_2\beta_{32}^{3i}$	...	${}_2\beta_{32}^{3l}$	${}_2\tilde{P}(I_{32})$
...	...	...	1	...	...	...	...
I _{3i}	${}_2\beta_{3i}^{31}$	${}_2\beta_{3i}^{32}$	...	1	...	${}_2\beta_{3i}^{3l}$	${}_2\tilde{P}(I_{3i})$
...	...	...	...	...	1	...	...
I _{3l}	${}_2\beta_{3l}^{31}$	${}_2\beta_{3l}^{32}$	...	${}_2\beta_{3l}^{3i}$	...	1	${}_2\tilde{P}(I_{3l})$

Таблиця 4

Для I _{2j}	I ₃₁	I ₃₂	...	I _{3i}	...	I _{3l}	$\tilde{P}(\bullet)$
I ₃₁	1	${}_j\beta_{31}^{32}$	...	${}_j\beta_{31}^{3i}$	...	${}_j\beta_{31}^{3l}$	${}_j\tilde{P}(I_{31})$
I ₃₂	${}_j\beta_{32}^{31}$	1	...	${}_j\beta_{32}^{3i}$	...	${}_j\beta_{32}^{3l}$	${}_j\tilde{P}(I_{32})$
...	...	...	1	...	...	...	...
I _{3i}	${}_j\beta_{3i}^{31}$	${}_j\beta_{3i}^{32}$	...	1	...	${}_j\beta_{3i}^{3l}$	${}_j\tilde{P}(I_{3i})$
...	...	...	...	...	1	...	...
I _{3l}	${}_j\beta_{3l}^{31}$	${}_j\beta_{3l}^{32}$	...	${}_j\beta_{3l}^{3i}$	...	1	${}_j\tilde{P}(I_{3l})$

Таблиця 5

Для I _{2k}	I ₃₁	I ₃₂	...	I _{3i}	...	I _{3l}	$\tilde{P}(\bullet)$
I ₃₁	1	${}_k\beta_{31}^{32}$	...	${}_k\beta_{31}^{3i}$	...	${}_k\beta_{31}^{3l}$	${}_k\tilde{P}(I_{31})$
I ₃₂	${}_k\beta_{32}^{31}$	1	...	${}_k\beta_{32}^{3i}$	...	${}_k\beta_{32}^{3l}$	${}_k\tilde{P}(I_{32})$
...	...	...	1	...	...	...	...
I _{3i}	${}_k\beta_{3i}^{31}$	${}_k\beta_{3i}^{32}$	...	1	...	${}_k\beta_{3i}^{3l}$	${}_k\tilde{P}(I_{3i})$
...	...	...	...	...	1	...	...

I _{3l}	${}_k\beta_{3l}^{31}$	${}_k\beta_{3l}^{32}$...	${}_k\beta_{3l}^{3i}$...	1	${}_k\tilde{P}(I_{3l})$
-----------------	-----------------------	-----------------------	-----	-----------------------	-----	---	-------------------------

1.4. Визначаємо пріоритети

${}_i\tilde{P}(I_{3i})$ $j=1, \bar{l}$, $i=1, \bar{k}$ критеріїв I_{3i}, як нормовану суму рядків елементів відповідної матриці парних порівнянь

$${}_1P_3(I_{31}) = 1 + {}_1\beta_{31}^{32} + \dots + {}_1\beta_{31}^{3i} + \dots + {}_1\beta_{31}^{3l} = \sum_{r=1}^l {}_1\beta_{31}^{3r}$$

$${}_1P_3(I_{32}) = {}_1\beta_{32}^{31} + 1 + \dots + {}_1\beta_{32}^{3i} + \dots + {}_1\beta_{32}^{3l} = \sum_{r=1}^l {}_1\beta_{32}^{3r}$$

$${}_kP_3(I_{3i}) = \sum_{r=1}^l {}_k\beta_{3i}^{3r}$$

1.5. Визначаємо узагальнені ваги напрямків по відношенню до головної мети.

Урахування впливу критеріїв другого рівня на третій (рис. 1) може бути

$$\tilde{P}_2 = \begin{bmatrix} \tilde{P}_2(I_{21}) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \tilde{P}_2(I_{22}) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \tilde{P}_2(I_{2i}) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_2(I_{2k}) \end{bmatrix}$$

$${}_M\tilde{P}_3 = \tilde{P}_3\tilde{P}_2 = \begin{bmatrix} \tilde{P}_2(I_{21}) \cdot \tilde{P}_3(I_{31}) & \tilde{P}_2(I_{22}) \cdot \tilde{P}_3(I_{31}) & \dots & \tilde{P}_2(I_{2k}) \cdot \tilde{P}_3(I_{31}) \\ \tilde{P}_2(I_{21}) \cdot \tilde{P}_3(I_{32}) & \tilde{P}_2(I_{22}) \cdot \tilde{P}_3(I_{32}) & \dots & \tilde{P}_2(I_{2k}) \cdot \tilde{P}_3(I_{32}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{P}_2(I_{21}) \cdot \tilde{P}_3(I_{3i}) & \tilde{P}_2(I_{22}) \cdot \tilde{P}_3(I_{3i}) & \dots & \tilde{P}_2(I_{2k}) \cdot \tilde{P}_3(I_{3i}) \end{bmatrix}$$

здійснено відповідною корекцією елементів матриці \tilde{P}_3 , яка складається з пріоритетів критеріїв I_{3i} (табл. 2, 3, 4, 5) і має назву матриці пріоритетів напрямків. Колонками матриці \tilde{P}_3 є праві стовпчики таблиць 2,3,4,5

$$\tilde{P}_3 = \begin{bmatrix} \tilde{P}_3(I_{31}) & \tilde{P}_3(I_{31}) & \dots & \tilde{P}_3(I_{31}) \\ \tilde{P}_3(I_{32}) & \tilde{P}_3(I_{32}) & \dots & \tilde{P}_3(I_{32}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{P}_3(I_{3i}) & \tilde{P}_3(I_{3i}) & \dots & \tilde{P}_3(I_{3i}) \end{bmatrix}$$

Далі визначаємо модифіковану матрицю ${}_M\tilde{P}_3$ пріоритетів \tilde{P}_3 з урахуванням пріоритетів критеріїв \tilde{P}_2 . Матриця ${}_M\tilde{P}_3$ отримується шляхом множення матриці \tilde{P}_3 на діагональну матрицю \tilde{P}_2 , де

Узагальнення ваги V напрямків I_{3i} , $i=1, \bar{l}$ по відношенню до головної мети I_1 знаходимо шляхом множення матриці ${}_M \tilde{P}_3$ на одиничний вектор $1_{(l)}, 1_{(l)} \in R^l$

$$V = {}_M \tilde{P}_3 \cdot 1_{(l)} = [V_1 V_2 \dots V_l]^T$$

$$\tilde{P}_2(I_{21}) \cdot \tilde{P}_3(I_{31}) + \tilde{P}_2(I_{22}) \cdot \tilde{P}_3(I_{31}) + K + \tilde{P}_2(I_{2k}) \cdot \tilde{P}_3(I_{31}) = \sum_{i=1}^k \tilde{P}_2(I_{2i}) \cdot \tilde{P}_3(I_{31})$$

$$\tilde{P}_2(I_{21}) \cdot \tilde{P}_3(I_{32}) + \tilde{P}_2(I_{22}) \cdot \tilde{P}_3(I_{32}) + K + \tilde{P}_2(I_{2k}) \cdot \tilde{P}_3(I_{32}) = \sum_{i=1}^k \tilde{P}_2(I_{2i}) \cdot \tilde{P}_3(I_{32})$$

$$\tilde{P}_2(I_{21}) \cdot \tilde{P}_3(I_{3l}) + \tilde{P}_2(I_{22}) \cdot \tilde{P}_3(I_{3l}) + K + \tilde{P}_2(I_{2k}) \cdot \tilde{P}_3(I_{3l}) = \sum_{i=1}^k \tilde{P}_2(I_{2i}) \cdot \tilde{P}_3(I_{3l})$$

1.6. Визначасмо пріоритетні напрямки побудови складної системи по максимальному впливу на головну мету I_1

$$V_i : \max[V_1 V_2 \dots V_l].$$

Модельний приклад.

Запропоновану процедуру синтезу структури складної системи розглядаємо на модельному прикладі визначення перспективних напрямків системи, у якій граф критеріїв (рис. 1.) та відповідна матриця парних порівнянь другого рівня (табл. 6) мають вигляд

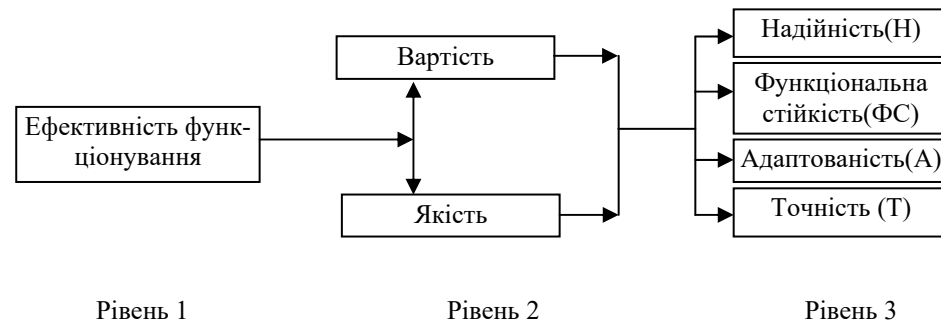


Рис. 1. Граф критеріїв

Таблиця 6

Ефективність	Вартість	Якість	Σ	Пріоритети \tilde{P}_2
Вартість	1	0.5	1.5	0.33
Якість	2	1	3	0.66

Таблиця 7

Вартість	Н	ФС	А	Т	Σ	\tilde{P}_3
Н	1	0.2	5	0.5	6.7	0.26
ФС	5	1	2	0.5	7.5	0.29
А	0.2	0.5	1	5	6.7	0.26
Т	2	2	0.2	1	5.2	0.19

Таблиця 8

Матриці парних порівнянь третього рівня мають вигляд (табл. 7,8).

Якість	Н	ФС	А	Т	Σ	\tilde{P}_3
Н	1	1	0.2	0.2	2.4	0.09
ФС	2	1	4	0.5	7.5	0.28
А	5	0.2	1	0.5	6.7	0.25
Т	5	2	2	1	10	0.38

$$\tilde{P}_3 = \begin{bmatrix} 0.26 & 0.09 \\ 0.29 & 0.28 \\ 0.26 & 0.25 \\ 0.19 & 0.38 \end{bmatrix}$$

Матриця узагальнених ваг
Модифікована матриця

$${}_M \tilde{P}_3 = \begin{bmatrix} 0.26 & 0.09 \\ 0.29 & 0.28 \\ 0.26 & 0.25 \\ 0.19 & 0.38 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0.33 & 0 \\ 0 & 0.66 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.0858 & 0.0594 \\ 0.0957 & 0.1848 \\ 0.0858 & 0.1650 \\ 0.0627 & 0.2508 \end{bmatrix}$$

Узагальнені ваги

$$V = \begin{bmatrix} 0.0858 & 0.0594 \\ 0.0957 & 0.1848 \\ 0.0858 & 0.1650 \\ 0.0627 & 0.2508 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1452 \\ 0.2805 \\ 0.2508 \\ 0.3135 \end{bmatrix}$$

Отже, пріоритетними напрямками є напрямки V_4 та V_2 , тобто для системи, яка розглядається, найбільш важливими є точність функціонування та функціональна стійкість.

Запропонований підхід доцільно використовувати при виборі напрямків розвитку, удосконалення існуючих, побудови перспективних складних систем. Це дозволить підвищити ефективність функціонування, відшукати найкращий компроміс між суперечливими показниками якості функціонування системи, обрати та обґрунтувати пріоритетні напрями розвитку складних систем.

Подальшим етапом удосконалення запропонованої методології багатокритеріального синтезу є теоретичне обґрунтування виважених коефіцієнтів парних порівнянь з урахуванням експертних оцінок існуючих та бажаних характеристик перспективних систем.

II. Синтез структури складної системи на основі багатокритеріального вибору варіантів

При розв'язанні реальних задач складна екологічна техногенно небезпечна система дослідження зазвичай характеризується не одним, а кількома показниками (характеристиками) функціонування. При оптимізації (вирішенні задачі багатокритеріального вибору) вимоги до них можуть бути досить суперечливими; тобто покращення одного показника неминуче погіршує деякі інші (наприклад, суперечливими можуть бути вимоги економічні та екологічні). Тому виникає необхідність визначення деякої компромісної точки, яка у рівній мірі задовольнятиме усім вимогам (компромис Парето). Зазвичай, результати за кожним окремим показником якості будуть гіршими, ніж у випадку однокритеріальної оптимізації за цим параметром. Кожному варіанту відповідає точка у багатовимірному просторі, координатами якої є значення показників функціонування $I_1 I_2 I_n$ (рис. 2).

Існує теоретичний підхід, коли простір нормується в одиничний гіперкуб, що по кожному показнику функціонування рух від 0 до 1 відповідь зміні параметра від найгіршого значення до найкращого. Тоді точка з координатами $\{1, 1, \dots, 1\}$ завжди відповідає гіпотетичному об'єкту, який має найкращі з можливих значень за всіма показниками. Відстані від цієї вершини гіперкуба до точки, яка відповідає положенню конкретного об'єкта, буде відповідати віддаленості об'єкта від найкращого значення та являє собою величину, обернену рейтингу рішення (вибір найкращого варіанта об'єкта). Однак на практиці часто мають місце нерівнозначності різних параметрів системи для визначення рейтингу рішення. Тому при обчисленні відстаней необхідно врахувати ваги, які відповідають значимості показників функціонування.

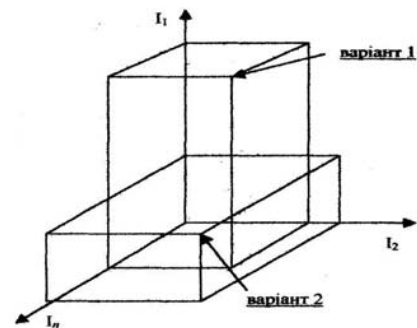


Рис. 2. Багатовимірний простір показників функціонування

При виборі "архітектури" складної системи (I_1, I_2, \dots, I_l) найбільш широко застосовуються наступні підходи.

А. Урахування одного чи декількох обмежень на відповідні показники функціонування

$$(I_1, I_2, \dots, I_l) : I_i > I_i^{зад}, \quad i = 1, \bar{l}$$

де $I_i^{зад}, \quad i = 1, \bar{l}$ - задані (граничні, допустимі) значення показників функціонування.

Б. Максимізація обраного показника

$$(I_1, I_2, \dots, I_l) : \max I_j$$

В. Максимізація нормованої суми виважених показників

$$(I_1, I_2, \dots, I_l) : \max \sum_{i=1}^l \gamma_i I_i$$

Г. Максимізація об'єму гіперкуба показників якості

$$(I_1, I_2, \dots, I_l) : \max \prod_{i=1}^l I_i$$

Д. Максимізація псевдоплощі багатогранника показників якості

$$(I_1, I_2, \dots, I_l) : \max S(I_1, I_2, \dots, I_l),$$

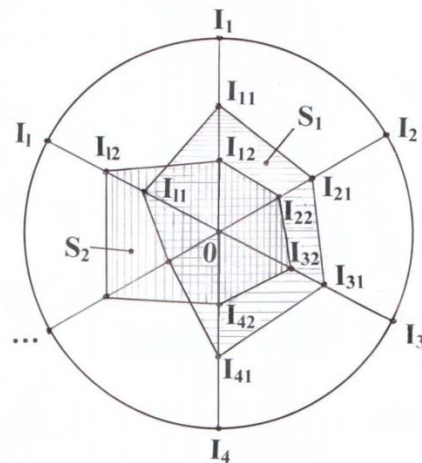


Рис.3. Гіперколо одиничного радіуса

де $S(I_1, I_2, \dots, I_l)$ - площа багатогранника (псевдоплоща l -кутника), побудованого у колі одиничного радіуса. Для побудови l -кутника необхідно гіперколо одиничного радіуса поділити на l частин. У полярній системі

координат з центром O (центр гіперкола) по осям $I_j, \quad j = 1, \bar{l}$ відкладаємо відповідні нормовані показники якості функціонування, а потім сполучаємо сусідні точки прямою лінією. У результаті отримуємо багатокутник, який відповідає одному варіанту багатокритеріального вибору (рис. 3). Кожному можливому варіанту буде відповідати свій l -кутник. Перевага у запропонованому підході віддається варіантові з максимальною площею S_{max} l -кутника.

Модельний приклад. Підходи, що розглядаються, проілюструємо на модельному прикладі вибору одного з

чотирьох варіантів складної системи – транспортної. Потрібно обрати найкращий варіант системи. Нормовані (приведені до 1, тобто визначені відносно своїх максимально можливих значень) показники функціонування системи наведені у таблиці.

Виберемо найкращий з варіантів системи з використанням розглянутих підходів А, Б, В, Г, Д.

Нормовані показники якості функціонування системи (найкраще значення дорівнює 1, а найгірше - 0) наведені у табл.9

Таблиця 9

Показники	Варіанти структури			
	1	2	3	4
Структура та обсяги транспортних перевезень	0,9	0,8	0,7	0,6
Склад парку та середній вік транспортних засобів	0,8	0,9	0,5	0,8
Вплив транспорту на довкілля	0,4	0,7	0,5	0,9
Заходи щодо зменшення впливу транспорту на довкілля	0,6	0,7	0,8	0,9

Підхід А. Визначаємо варіант системи при $I_i^{зад} = 0,6, \quad i = 1, \bar{l}$. У нашому випадку $\bar{l} = 4$. Встановленому обмеженню задовольняють одразу другий та четвертий варіанти. За даним критерієм варіанти рівнозначні. Однак можна рекомендувати варіант 2, у якого мінімальне значення одного з показників (0,7) більше мінімального значення показника (0,6) у четвертого варіанта.

Підхід Б. Виберемо варіант, при якому показник ефективності буде мати максимальне значення. Таких варіантів три (I, II, IV), які мають значення показника 0,9. Однак переважаючим є варіант IV, при якому два пока-

зники мають максимальні значення (0,9).

Підхід В. У якості виважених коефіцієнтів обираємо (наприклад на основі методу експертних оцінок): $y_1 = 0,35; y_2 = 0,15; y_3 = 0,25; y_4 = 0,25$.

Обчислюємо для кожного варіанта адитивний показник функціонування

$$\sum_{i=1}^4 \gamma_i I_{1i} = 0.685 \quad \sum_{i=1}^4 \gamma_i I_{2i} = 0.765$$

$$\sum_{i=1}^4 \gamma_i I_{3i} = 0.645 \quad \sum_{i=1}^4 \gamma_i I_{4i} = 0.780$$

У даному випадку найбільш ефективним є варіант 4 ($\Sigma = 0,780$).

$$\max \sum_{i=1}^4 \gamma_i I_i = 0.780$$

Підхід Г.

$$\prod_{i=1}^4 I_{1i} = 0.1728$$

$$\prod_{i=1}^4 I_{2i} = 0.3528$$

$$\prod_{i=1}^4 I_{3i} = 0.2800 \quad \prod_{i=1}^4 I_{4i} = 0.3888$$

У даному випадку також кращим є варіант 4

$$\max \prod_{i=1}^4 I_i = 0.3888$$

Підхід Д. Будемо коло одиничного радіуса та ділимо його на 4 рівні частини (рис. 4). Відкладаємо по осях I_1, I_2, I_3, I_4 значення показників, які відповідають кожному з чотирьох варіантів (табл.). Далі сполучаємо точки відповідних варіантів та отримуємо чотири чотирикутника. Обчислюємо площі кожного чотирикутника: $S_1=0,910$; $S_2=1,200$; $S_3=0,645$; $S_4=1,275$.

При даному підході більш прийнятним є варіант 4 ($S_4 = 1,275$).

Слід зазначити, що остаточне визначення оптимального (найкращого,

раціонального) варіанту складної системи обирає особа, яка приймає управлінські рішення.

Таким чином, можливо визначити, що запропоновано простий та досить наглядний метод вибору оптимального варіанта складної системи з множини можливих. Цей метод дозволяє розв'язувати задачу безпосередньо по сукупності показників якості без згортання критеріїв у комплексний (скалярний) показник. Перспективами розвитку запропонованого методу є його удосконалення з метою реалізації можливості надання переваги окремим критеріям, а також можливого врахування нестационарності та стохастичності синтезованих систем. Запропонований підхід також доцільно використовувати при побудові інформаційних систем підтримки прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності початкових умов при управлінні складними системами.

I_1 (структура та обсяги транспортних перевезень)

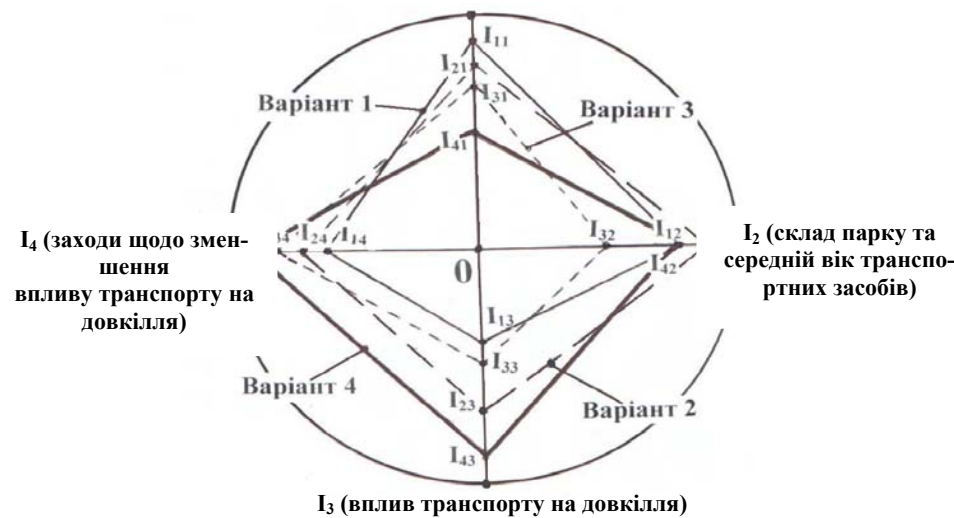


Рис. 4. Варіанти системи

Висновки

Задачу забезпечення функціональної стійкості екологічних систем можна розглядати як одну з актуальних наукових задач сучасної теорії управління складними системами.

Для рішення проблеми підвищення безпеки складних екологічних систем доцільно застосовувати системний підхід та зокрема теорію функціонально стійких систем. При цьому функціональна стійкість екологічних систем є властивістю, яка принципово відрізняється від надійності, адаптованості, відмовостійкості. Застосування будь-якого підходу визначається специфікою складної системи, завданнями та умовами її функціонування.

Розглянутий у статті підхід до багатокритеріального вибору складної системи дозволяє ранжувати показники якості функціонування, здійснювати їх нормування і за обраним підходом знаходити найкраще рішення у галузі екології та природокористування, галузі технічного маркетингу складних систем.

Запропонований підхід на сьогодні застосовують при підготовці щорічної Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні, Національної доповіді про стан формування екологічної мережі України.

Література

1. 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.
2. Машков О.А., Чумакевич В.О., Шуренок В.А. Шляхи створення та дослідження функціонально-стійкої моделі вимірювально-обчислювального комплексу / Збірник наукових праць НАН України, ІПМЕ – „Моделювання та інформаційні технології”, 2003, Вип. 24.- С. 40-47.
3. Машков О.А., Барабаш О.В. Топологічні критерії та показники функціональної стійкості складних ієрархічних систем / Збірник наукових праць НАН України, ІПМЕ – „Моделювання та інформаційні технології”, 2003, Вип. 25.- С. 29-35.
4. Машков О.А., Кравченко Ю.В., Савченко В.А., Власенко Г.М. Метод багатокритеріального вибору оптимального варіанту системи радіонавігаційного забезпечення / Збірник наукових праць НАН України, ІПМЕ – „Моделювання та інформаційні технології”, 2003, Вип. 22.- С. 37-41.
5. 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.
6. Машков О.А., Кононов О.А. Возможности обеспечения функциональной устойчивости эргатических систем управления в рамках существующего методического аппарата / Збірник наукових праць / Інститут проблем моделювання в енергетиці, Вип. 32, Київ, 2006.- С.151-157.
7. Машков О.А., Дурняк Б.В., Усаченко Л.М., Сабат В.И. Разработка моделей нештатных ситуаций в автоматизированной системе поддержки принятия решений при управлении подвижным объектом / Моделювання та інформаційні технології / Інститут проблем моделювання в енергетиці, НАН України, вип. 48, 2008.- С. 3-24.
8. Машков О.А., Дурняк Б.В., Усаченко Л.М., Сабат В.И. Методология обеспечения функциональной стійкості ієрархічних організаційних систем управління / Збірник наукових праць: Інститут проблем моделювання в енергетиці, НАН України, вип. 48, 2008. -С. 3-21.

9. Машков О.А., Косенко В.Р. Прийняття управлінських рішень в складних організаційних системах з погляду системного підходу (частина 1) (вступ) / Збірник наукових праць / Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України, Вип. 55, 2010.- С. 131-148.
10. Машков О.А., Косенко В.Р. Прийняття управлінських рішень в складних організаційних системах з погляду системного підходу (частина 2) (принципи організаційного управління) / Збірник наукових праць / моделювання та інформаційні технології / Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України, Вип. 55, 2010.- С. 119-132.
11. Машков О.А., Косенко В.Р. Прийняття управлінських рішень в складних організаційних системах з погляду системного підходу (частина 3) (системні функції організаційного управління) / Збірник наукових праць / моделювання та інформаційні технології / Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України, Вип. 56, 2010.-С. 115-132.
12. Машков О.А., Косенко В.Р. Прийняття управлінських рішень в складних організаційних системах з погляду системного підходу (частина 4) (системний підхід в організації управління) / Збірник наукових праць / Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України, Вип. 54, 2010.- С. 114-133.
13. Машков О.А., Косенко В.Р. Синтез функціонально-стійкої системи керування рухомих об'єктом із заданими динамічними властивостями / Збірник наукових праць / Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України, вип. 60, Київ, 2011.- С. 186-214.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 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.
20. 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; Катовіце КЕУ; Париж: Університет VII Венсент-Сен-Дені; Орел: ОДУННВК; Харків: ХНДІТМ, 2014.- С.71.
21. 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; Катовіце КЕУ; Париж: Університет VII Венсент-Сен-Дені; Орел: ОДУННВК; Харків: ХНДІТМ, 2014.-С.71.
22. 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.-Сч.38-54-20.

УДК 502.033.006:330

ГАРМОНІЗАЦІЯ УКРАЇНСЬКИХ І ЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТІВ ОХОРОНИ ПРИРОДНИХ ВОД

Михайленко Л. Є.

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

Проведено порівняння українських і європейських засобів і механізмів охорони природних вод з метою гармонізації національних стандартів та нормативно-правових актів до стандартів Європейського Союзу. *Ключові слова:* засоби, механізми, стандарти, охорона, природні води, нормативно-правові акти, управління, басейни.

Проведено сравнение европейских и украинских способов и механизмов охраны природных вод с целью гармонизации национальных стандартов и нормативно-правовых актов к стандартам Европейского Союза. *Ключевые слова:* способы, механизмы, стандарты, охрана, природные воды, нормативно-правовые акты, управление, бассейны.

The article compares European and National methods and mechanisms of natural water preservation to harmonize national standards and legislation of Ukraine dedicated to water supply with EU standards. *Keywords:* means, mechanisms, standards, preservation, natural waters, legislation, management, water bodies.

Вступ

На долю водного дзеркала припадає 71% поверхні Землі. З урахуванням підземних вод вся Земля покрита водною оболонкою. В океанах і морях зосереджено 99,5% запасів води – 1,6 млрд км³ без урахування льодовиків Гренландії і Антарктиди; залишкові 0,5% порівну розподілені між континентальними водоймами і підземними водами.

Нестачу прісної води відчуває третина населення планети – Гонконг (населення 4 млн чол.) одержує воду по спеціальному трубопроводу з Китаю, постійний «водний голод» відчуває Японія, в Саудівську Аравію чисту воду поставляють літаками з Нової Зеландії. Якщо в 1900 р. людством було використано лише 5% запасів прісних вод, то в 1995 р. – 35%. Мож-

ливість війн в ХХІ ст. через прісну воду стала реальністю.

Людство за останні десятиріччя синтезувало не менше 4 млн різних хімічних речовин, частина яких опинилась у поверхневих і ґрунтових водах. Найбільшу небезпеку становлять нітрати, важкі метали та їх солі, хлорорганічні сполуки ДДТ, хлороформ, дихлоретан, діоксин та інші, які мають токсичну, канцерогенну та мутагенну дію.

Україна належить до маловодних країн – площа водного дзеркала від території України не перевищує 4%. Запаси водних ресурсів на одного українця в середньому становлять 1 тис. м³/рік, в Європі цей показник зростає до 5,2 тис. м³. Особливо потерпає від нестачі води Донеччина, Луганщина і південь України. На сьогодні 33 млн (90%) населення п'ють воду

з басейну Дніпра, вода якого на окремих ділянках погіршується до показників стічних вод.

Здоров'я людини значною мірою залежить від якості питної води, в краплині якої відображено стан екологічної ситуації в країні. Проблеми репродуктивної здатності людини, народження недоношених і хворих дітей, дитяча онкологія, хвороби Дауна і аутизм є наслідками несприятливої екології. За даними вчених США, діти в 50 разів чутливіші до канцерогенів, які вміщує вода, порівняно з дорослими.

Мета роботи:

- формулювання заходів і механізмів охорони природних вод у вигляді Директив Європейського Союзу (ЄС) до 2020 р. на основі аналізу лекції «Якість води та управління водними ресурсами (включаючи морське середовище)», яку було прочитано в Державній екологічній академії (ДЕА) Міністерства екології та природних ресурсів професором із Чехії В. Бізекком (11.2013);
- формулювання заходів і механізмів охорони природних вод в Україні на основі аналізу державної Програми «Питна вода України на 2006 – 2020 роки»;
- порівняння Європейських Директив та вітчизняних засобів і механізмів охорони природних вод з метою гармонізації національних стандартів та нормативно-правових актів України до стандартів Європейського Союзу.

Європейські засоби та механізми охорони вод

Європейські засоби та механізми охорони та використання вод передбачені у Програмі «Політика та право ЄС з питань, що стосуються довкілля» (Сектор 5 «Якість води та управління

водними ресурсами, включаючи морське середовище»).

Наразі готується до прийняття повний документ екологічної політики ЄС – загальна Програма дій Союзу з охорони навколишнього середовища до 2020 року «Життя добре в межах можливостей нашої планети». З метою охорони, збереження та збільшення природного капіталу ЄС Програма має забезпечити до 2020 року реалізацію в повному обсязі охорону водних ресурсів Європи:

1. скорочення скидів в водойми сполук азоту та фосфору, джерелом яких є промислові, сільськогосподарські та комунальні води, а також скорочення обсягів сміття, яке потрапляє в прісні і морські води;

2. впровадження інноваційних технологій, систем і бізнес – моделей з метою підвищення ефективності використання водних ресурсів за рахунок ринкових механізмів, зокрема, ціноутворення на воду;

3. забезпечення хорошої якості води, призначеної для купання, що сприяє покращенню здоров'я населення та розвитку туристичної галузі в країнах ЄС.

Водне право.

Ринкові правові акти

Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 23 жовтня 2000 року спрямована на досягнення до 2015 року хорошого екологічного стану всіх поверхневих та підземних вод. Стан поверхневих вод оцінюється гідроморфологічними, фізико-хімічними та хімічними показниками. При цьому визначаються гранично допустимі концентрації специфічних забруднювачів води. Водна Рамкова Директива містить перелік 33 пріоритетних речовин, включаючи кадмій, свинець, ртуть, нікель та його сполуки, бензол, поліциклічні ароматичні вуг-

леводні, ПАВ та ДДТ, наявність яких необхідно контролювати в природних водах. Двадцять пріоритетних речовин класифікуються як незначні. Стандарти якості диференційовані для поверхневих вод. Райони річкових басейнів визначаються відповідно до водозабірного басейну ріки як природного географічного та гідрологічного об'єкта. Держави-члени ЄС повинні перевіряти, щоб концентрації небезпечних речовин не збільшувались в осаді та відповідних біотах.

Стан підземних водних об'єктів класифікується як «хороший» чи «поганий».

Директива 2008/56/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 17 червня 2008 року спрямована на досягнення хорошого екологічного стану морських водних об'єктів ЄС до 2020 року та забезпечення охорони морських ресурсів, від яких залежить економічна та соціальна діяльність. Рамкова директива про морську стратегію закріплює Європейські морські регіони по географічних та екологічних критеріях. Кожна держава член ЄС повинна розробити програму еколого-економічних ефективних заходів.

Директива Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року про якість води, призначеної для споживання людиною (Директива про питну воду) спрямована на забезпечення охорони здоров'я населення від негативного впливу будь – якого забруднення води, призначеної для споживання людиною. Директива закріплює 48 мікробіологічних, хімічних та індикаторних параметрів, а також передбачає контроль Всесвітньої організації охорони здоров'я щодо якості питної води.

Директива 2006/7/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 15 лютого 2006 року про управління якістю води,

призначеної для купання, стосується водних об'єктів, у яких купання дозволене національними органами влади. Якість води оцінюється за мікробіологічними даними, які визначаються параметрами у Додатку I. Держави – члени повинні запровадити класифікацію якості води за категоріями – погана, достатня, хороша або добра. Така класифікація має відповідати критеріям, викладеним у Додатку II. Вода в усіх об'єктах, призначених для купання, повинна бути щонайменше достатньої якості до кінця купального сезону 2015 року. Держави – члени повинні вжити необхідних заходів щодо збільшення кількості об'єктів, призначених для купання, де якість води оцінюється як хороша та добра.

Директива Ради 2006/44/ЄС від 6 вересня 2006 року про якість прісних вод (проточні або стоячі водойми), придатних для вирощування риби – лососевих (лосось, форель, харіус, сиг) та корокових (короп та інші види – щука, окунь, вугор). Держави – члени повинні розробити 5-річні національні програми поліпшення якості визначених водних об'єктів.

Директива 2006/113/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 12 грудня 2006 року про охорону і забезпечення якості води прибережних і солонуватих вод придатних для розвитку молюсків і ракоподібних, призначених для споживання людиною,

Директива Ради 91/271/ЄС від 21 травня 1991 року про охорону навколишнього середовища від негативного впливу скидів міських стічних вод та скидів підприємств окремих галузей промисловості (Додаток III). Директива включає видалення та повторне використання осаду стічних вод, а також повторне очищення стічних вод, де це доцільно.

Директива 2008/105/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 16 грудня 2008 року про стандарти якості навколишнього середовища у сфері водної політики, скасування Директив Ради ЄС (82/176; 83/513; 84/156; 84/491; 86/280) та внесення поправок до Директиви 2000/60/ЄС встановлює стандарти якості навколишнього середовища щодо вмісту забруднюючих речовин, визначення пріоритетних забруднювачів у зв'язку з істотним ризиком для водного середовища.

Директива 2006/118/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 12 грудня 2006 року спрямована на запобігання забрудненню підземних вод. Її положення включають критерії оцінки хімічного стану підземних вод, а також механізми попередження та обмеження непрямих скидів забруднюючих речовин у підземні води.

Директива Ради 91/676/ЄЕС від 12 грудня 1991 року спрямована на запобігання забрудненню підземних і поверхневих вод нітратами з сільськогосподарських джерел шляхом застосування нових технологій. Держави-члени ЄС зобов'язані розробити обов'язкові програми дій для усіх фермерів, метою яких є обмеження внесення в ґрунт мінеральних і органічних добрив, що містять азот. Регламент (ЄС) №648/2004 Європейського Парламенту і Ради від 31 березня 2004 року забезпечує захист водного середовища від поверхнево-активних речовин, які містяться у миючих та чистячих засобах.

Директива 2007/60/ЄС від 26 листопада 2007 року вимагає від держав-членів ЄС визначення річкових басейнів та пов'язаних з ними прибережних районів, де існує ризик затоплення. Для таких зон необхідно до 2015 року розробити плани, спрямовані на попереджен-

ня, захист та забезпечення готовності щодо затоплення. Директива застосовується до внутрішніх вод, а також усіх прибережних вод на території ЄС.

Міжнародні угоди

Моря Європи можна поділити на 4 регіони: Балтійське море, Північно-Східна Атлантика, Середземне і Чорне моря. У кожному регіоні держави-члени ЄС повинні координувати між собою дії з метою оцінки екологічного стану водних ресурсів та антропогенного впливу на них. З цією метою прийнято міжнародні угоди щодо захисту морських регіонів:

– Конвенція СЕК ООН про охорону та використання транскордонних водотоків та міжнародних озер супроводжується Протоколом про воду та здоров'я та Протоколом про цивільну відповідальність;

– Конвенція про захист морського середовища регіону Балтійського моря – HELCOM (Гельсінкі, 1974);

– Конвенція про захист Середземного моря від забруднення (Барселона, 1976);

– Конвенція про захист Чорного моря від забруднення (Бухарест, 1992);

– Рамкова конвенція про захист морського середовища Каспійського моря (Тегеран, 2003).

Держави-члени ЄС повинні визначати «хороший екологічний стан» вод на основі критеріїв біорізноманіття, присутність немісцевих видів, стан фауни, харчовий ланцюг, евтрофікація, зміни гідрографічних умов та концентрація забруднюючих речовин.

Отже, у шостій Програмі дій з охорони навколишнього середовища Європейського Союзу на 2002-2012 рр. (ЄПЮ-6) з питань водних ресурсів сформульовано засоби охорони вод у вигляді Директив, щоб «нести добре в межах можливостей нашої планети».

Сформульовані засоби та механізми охорони вод в ЄС в межах шостої програми стали підґрунтям для прийняття Програми до 2020 року з метою охорони, збереження та збільшення природного капіталу ЄС.

Програма передбачає скорочення скидів азоту і фосфору з промисловими, сільськогосподарськими та комунальними водами. Саме біогенні сполуки – нітрати і фосфати автохтонного і аллохтонного походження в умовах відсутності течії сприяють евтрофікації водойм. Основними ознаками евтрофікації є збільшення в водоймах біомаси фітопланктону (синьозелених водоростей) до рівня «цвітіння» води та заростання вищою водною рослинністю прибережної смуги. В умовах гіперпродукції синьозелених водоростей у водоймах виникають замори риби, яка гине внаслідок забивання зябер, кисневого дефіциту та отруєння токсикантами водоростей.

Особливу значущість Програма до 2020 року приділяє якості поверхневих і підземних вод – джерел питного постачання. В умовах швидкого зростання населення Землі (у 2020 році воно становитиме 8 млрд чол.), інтенсивних методів ведення сільського господарства і бурхливого розвитку різних галузей промисловості визначальним чинником існування людини стала прісна вода, в краплині якої відображено стан екологічної ситуації в країні.

Вітчизняні засоби та механізми охорони вод

Питне водопостачання України до 80% забезпечується за рахунок поверхневих вод. При цьому більшість басейнів річок належить до забруднених та дуже забруднених. Україна в цілому має значні ресурси підземних вод, на базі яких може бути організовано питне водопостачання.

В окремих населених пунктах питна вода за фізико-хімічними показниками не відповідає вимогам державних санітарних правил і норм – ДСан ПІН 2.2.4-171-10, 2010 р. [1].

В Україні майже 1200 населених пунктів частково чи повністю забезпечуються привізною питною водою. Незадовільний екологічний стан поверхневих та підземних джерел питного водопостачання, зношеність основних фондів систем водопостачання та водовідведення, висока енергоємність централізованого забезпечення питною водою, необхідність вдосконалення нормативних документів у цій сфері – зумовило необхідність прийняття загальнодержавної Програми «Питна вода України на 2006-2020 роки», яка спрямована на реалізацію державної політики щодо забезпечення населення України якісною питною водою відповідно до Закону України «Про питну воду та питне водопостачання».

Охорона і раціональне використання джерел питного водопостачання за ПРОГРАМОЮ повинні здійснюватись відповідними заходами:

- очищення поверхневого стоку селітебних територій;
- будівництво систем водовідведення в містах та у сільських населених пунктах;
- благоустрій водоохоронних зон та прибережних смуг водних об'єктів;
- захист джерел питного постачання від шкідливого впливу об'єктів тваринництва;
- укріплення берегів річок і водосховищ, розчищення їх дна;
- проведення екологічної оцінки стану поверхневих та підземних вод для використання у централізованому питному постачанні;

- розроблення прогнозів якості поверхневих і підземних вод – джерел питного водопостачання;

- здійснення інвентаризації родовищ підземних вод та оцінка можливостей їх використання для питного водопостачання;

- розроблення природоохоронних критеріїв щодо допустимих норм впливу техногенної діяльності на підземні води;

- моніторинг водних об'єктів – джерел питного забезпечення;

- охорона та раціональне використання джерел питного водопостачання, для нормативно-правового їх забезпечення державними стандартами – «Питна вода. Гігієнічні вимоги та контроль якості»; «Джерела централізованого питного водопостачання»; «Фасована питна вода». Виконання цих стандартів передбачено в 2006-2009 рр. Державні стандарти містять затвердженні екологічні нормативи з якості води, передбачають проведення моніторингу підземних вод, контроль виробництва питної води та забезпечення диференційованої оплати за використання води різної якості.

Порівняння європейських і вітчизняних

засобів та механізмів охорони вод

Порівняння Програми Європейського Союзу до 2020 року з охорони навколишнього середовища (сектор 5 «Якість води та управління водними ресурсами, включаючи морське середовище») з вітчизняною Програмою «Питна вода України на 2006-2020 роки», передбачає заходи та механізми охорони природних вод [2]. Засвідчено, що більшість вітчизняних засобів та механізмів співпадає з відповідною Програмою ЄС.

При цьому Програма України окремим параграфом включає будів-

ництво систем водовідведення в містах та особливо у сільських населених пунктах, що є особливо актуальним для України. На сучасному етапі соціально-економічного розвитку загострилась проблема забезпечення якісною питною водою сільського населення, яке становить 30% від загальної чисельності. Централізованим водопостачанням забезпечено лише 25% сільських територій, при цьому тільки 9% із них мають каналізацію, а в окремих регіонах (Житомирська область) цей показник знижується до 2%. Отже, люди в селах потерпають від власних комунальних вод, які потрапляють у ґрунтові води – джерела водопостачання сільських колодязів.

Вітчизняна Програма включає також розроблення природоохоронних критеріїв щодо допустимих норм впливу техногенної діяльності на підземні води, що відсутнє в Програмі ЄС.

Гармонізація національних стандартів та нормативно-правових актів у сфері охорони і використання вод відповідно до стандартів Європейського Союзу вимагає включення в Національні стандарти відповідних Директив ЄС:

- забезпечення якості води, призначеної для купання. Держави – члени ЄС оцінюють якість води за мікробіологічними показниками – погана, достатня, добра. Вода в об'єктах, призначених для купання, в ЄС до кінця 2015 року повинна бути щонайменше достатньої якості;

- Реалізація пілотних програм управління річковими басейнами (ПУРБ). При цьому райони річкових басейнів визначаються не відповідно до адміністративних кордонів, а відповідно до водозабірної басейну ріки як природного географічного та гідрологічного об'єкта;

- охорона і забезпечення якості солонуватих вод (лимани) для розвитку моллюсків і ракоподібних;

- охорона і покращення до 2020 року екологічного стану морських водних об'єктів та забезпечення охорони морських ресурсів, що є запорукою економічної та соціальної діяльності;

- розроблення до 2015 року планів, спрямованих на попередження і захист щодо затоплення територій внутрішніми та прибережними водами;

- Впровадження інноваційних технологій і бізнес-моделей для підвищення ефективності використання водних ресурсів за рахунок ринкових механізмів, зокрема, ціни на воду.

Підписання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами вимагає відповідної адаптації законодавства [3; 4; 5].

Висновки

Проведено порівняння українських і європейських засобів та механізмів охорони природних вод. Визначено конкретні Директиви Програми Європейського Союзу до 2020 року, які

Література

1. Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [Електронний ресурс] Наказ МОЗ України № 400 від 12.05.2010. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>
2. Про внесення змін до Закону України "Про Загальнодержавну програму "Питна вода України" на 2006-2020 роки" [Електронний ресурс] Закон України № 3933-VI від 20.10.2011. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3933-17>
3. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами членами, з іншої сторони [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.kmu.gov.ua/kmu/control/ru/publish/article?art_id=246581344&cat_id=22322353
4. Угода про партнерство та співробітництво між Україною і Європейськими Співтовариствами та їх державами-членами // Офіційний вісник України 29.06.2006. – №24. – С. 203.
5. План дій "Україна – Європейський Союз" [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_693

ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 311.3

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ СТАРОПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНІВ

Беззубко Б.І.¹, Беззубко Л.В.²¹Донецький державний університет управління,
вул. Карпинського, 58, м. Маріуполь
okbuzzeb@mail.ru;²Донецький національний технічний університет,
пл. Шибанкова, 2, м. Красноармійськ
bezzubkol@mail.ru

Наведено характеристику основних проблем та особливостей розвитку старопромислових регіонів України. Уточнюється поняття старопромислового регіону. До основних проблем розвитку старопромислових регіонів віднесено: значне скорочення чисельності населення через низькі темпи народжуваності; високий рівень смертності населення; екологічні проблеми. *Ключові слова:* старопромислові регіони, демографічні проблеми, екологічні проблеми.

Проблемы развития старопромышленных регионов. Беззубко Б.И., Беззубко Л.В. Дана характеристика основных проблем и особенностей развития старопромышленных регионов Украины. Уточняется понятие старопромышленного региона. К основным проблемам развития старопромышленных регионов отнесено: значительное сокращение численности населения из-за низких темпов рождаемости, высокий уровень смертности населения, экологические проблемы. *Ключевые слова:* старопромышленные регионы, демографические проблемы, экологические проблемы.

The problems of old industrial regions. Bezzubko B., Bezzubko L. Describes the main problems and peculiarities of old industrial regions of Ukraine. Clarify the concept of old industrial region. The main problems of old industrial regions include: a significant reduction in population due to low birth rates, high mortality, environmental problems. *Keywords:* staropromyslovi regions, demographic problems, environmental problems.

ВСТУП

З урахуванням особливостей соціально-економічного розвитку можна

виділити території України, які розташовані у проблемних регіонах. До проблемних регіонів віднесено такі, у

розвитку яких виникає низка несприятливих обставин постійного або тимчасового характеру: занепад економіки, соціально-політичні й етнічні конфлікти, масштабні техногенні аварії або стихійні природні явища тощо [1]. Існує класифікація проблемних регіонів:

1) слаборозвинені (відсталі) регіони — території, що мають традиційно низький (порівняно з іншими регіонами країни) рівень економічного розвитку і життя населення;

2) депресивні регіони, які відрізняються від слаборозвинених тим, що вони, зазвичай, раніше були високорозвиненими, але в умовах науково-технічного прогресу почали відставати у своєму розвитку.

Депресивні регіони залежно від функцій і галузевої структури поділяються на старопромислові, аграрно-промислові, старі видобувні. До категорії старопромислових відносяться регіони, структура економіки яких формувалася у 19 столітті. У дослідженні Л.М. Кузьменко, М.О.Солдак зазначається, що термін «старопромисловий регіон» згадується у законодавчих актах України, але у жодному нормативному документі не вказано, які саме регіони України вважаються старопромисловими, не розкрито їх особливості, не надано характеристику та не в повному обсязі визначено проблеми їх розвитку [2]. На сьогодні, що зараз існують різні думки щодо віднесення регіонів до старопромислових.

Аналіз останніх досліджень. Серед науковців, які вивчали старопромислові регіони слід зазначити Л.М.Кузьменко, М.О.Солдак, О.В.Мартякову, В.І.Ляшенко та інших з

Інституту економіки промисловості НАН України.

Мета досліджень - характеристика основних проблем розвитку старопромислових регіонів.

Виклад основного матеріалу. Автори подають визначення старопромислового регіону (СПР) – «це промисловий регіон чи його частина (район, місто обласного, республіканського значення в Автономній Республіці Крим, окремі населенні пункти), з надмірною концентрацією підприємств важкої індустрії та складним екологічним станом». Деякі дослідники вважають, що в Україні до типово старопромислових регіонів відносяться Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Луганська, Полтавська і Харківська області, загальна частка яких у ВВП країни перевищує 30%. На наш погляд, за узагальненими теоретичними підходами до визначення старопромислових регіонів і світовим досвідом в Україні, до старопромислових регіонів слід віднести Дніпропетровську, Донецьку, Запорізьку та Луганську області.

Авторський колектив під керівництвом Б. Мюллера виділяє три визначальні фактори розвитку старопромислових міст і регіонів:

- уразливість до змін у зовнішніх умовах (тобто монопрофільність економічної бази);

- здатність економіки адаптуватися до змін;

- здатність політико-адміністративної системи підтримати структурну адаптацію [3].

Серед економічних характеристик старопромислових регіонів слід назвати такі:

а) вплив зовнішніх факторів (економічні і технологічні шоки, зокрема, енергетична криза);

б) проблеми монопрофільної економічної структури, що виникають із завершенням життєвого циклу основного продукту (зниження конкурентноздатності продукції, низька інноваційна активність);

в) деформована структура промислового виробництва зі значною перевагою галузей важкої промисловості.

У результаті нових економічних умов, що викликали кризу ряду галузей, монопрофільні міста, градоформуюча база яких представлена вугледобувними та металургійними підприємствами, потрапили в особливо складну ситуацію.

г) застаріла транспортно-логістична інфраструктура, що не відповідає вимогам гнучкого виробництва;

д) замкнута ринкова структура, що виявляється у формуванні олігополітичних структур серед моногалузевих виробників, що підвищує бар'єри входу на ринок і знижує ефект агломерації для нових фірм; у відсутності гнучкості (нееластична пропозиція)

на ринках факторів виробництва, що знижує ефективність роботи підприємств;

е) функціональне блокування (взаємозалежність і вертикальна інтегрованість підприємств), що гальмує впровадження інноваційних технологій.

На наш погляд, саме населені пункти, які розташовані в старопромислових регіонах, є найбільш уразливими щодо накопичення потенційних загроз і небезпек. З огляду на існуючі теоретичні підходи до визначення старопромислових регіонів і світовий досвід в Україні, до старопромислових регіонів можна віднести Дніпропетровську, Донецьку, Запорізьку та Луганську області.

Вибір для дослідження СПР пов'язаний також з великим внеском, які ці регіони роблять в загальну економіку країни, значною вагою СПР по чисельності населення, території і т.п. (табл. 1). Усі СПР відносяться до областей з високим рівнем урбанізації. Загальна характеристика рівня урбанізації в старопромислових регіонах представлена у табл. 2. Слід зазначити, де рівень урбанізації в СПР особливо зріс з кінця 30-х років до 60 років ХХ століття.

Таблиця 1

Основна характеристика показників СПР у 2013 році (розраховано по [4])

Області СПР	Територія тис. км ²	Чисельність наявного населення на 1 січня 2014 р., тис. осіб	Кількість зайнятих економічною діяльністю, тис. осіб	Валовий регіональний продукт (у фактичних цінах), млн грн у 2012р.	Обсяг реалізованої промислової продукції, (товарів, послуг), млн грн
Україна	603,5	45426,2	20404,1	1459096	1354745,4
Дніпропетровська	31,9	3292,4	1531,0	147970	217656,4
Донецька	26,5	4343,9	1968,1	170775	220630,9
Запорізька	27,2	1775,8	821,9	54828	78490,0
Луганська	26,7	2239,5	1011,7	58767	72657,0
Загальна вага СПР в Україні, в %	18,6	25,6	26,1	29,6	43,5

Таблиця 2

Загальна характеристика рівня урбанізації у старопромислових регіонах (на 1 січня 2014 року) [5]

Старопромислові регіони	Загальна	вага, у %	Кількість міст, всього	У т.ч. спеціального статусу, республіканського та обласного значення
	міського населення	сільського населення		
Дніпропетровська	83,5	16,42	20	13
Донецька	90,65	9,35	52	28
Запорізька	77,9	22,91	14	5
Луганська	86,86	13,14	37	14

Розглянемо основні особливості стану урбанізаційних процесів в СПР більш детально. Донецька область найбільш урбанізована область України (табл.3).

Таблиця 3

Зміна рівня урбанізації в Донецькій області [6; 7]

Показник	1939 р.	1959 р.	1983 р.	1989 р.	2010 р.	2013 р.
Рівень урбанізації, %	78	86	90	90	90,2	90,6

Станом на 1 січня 2014 р. до складу Донецької області входило 52 міста, у тому числі 28 – обласного значення, 18 районів, 131 селище міського типу та 1118 сільських населених пунктів, в яких проживали 4343,9 тис. осіб. Міське населення становило 3937,7 тис. осіб, сільське – 406,2 тис. осіб.

Дніпропетровська область є високоурбанізованою, а частка міського населення — значно вищою за середньоукраїнський показник (83,5% проти 68,5% станом на 1 січня 2012 р.). Упродовж 2002–2012 рр. кількість сільського населення зменшилася дещо більше, ніж міського. Переважна більшість населення області проживає в містах обласного значення — 74,3%, в сільській місцевості проживає 16,6% населення, в містах районного значення і селищах міського типу — 9,1% населення області. Така територіальна структура розміщення населення області є результатом історичного розвитку промисловості в регіоні. Рівень

урбанізації районів області є нерівномірним. Криворізький, Нікопольський, Павлоградський райони мають низький рівень урбанізації через виведення міста-районного центру зі складу району, оскільки ці міста мають статус обласного значення [8].

За територіально-адміністративним поділом Запорізька область має: 20 районів, 14 міст, з них 5 міст обласного значення (Бердянськ, Енергодар, Запоріжжя, Мелітополь, Токмак), 23 селища міського типу, 918 сільських населених пунктів. Обласний центр – м. Запоріжжя з населенням 790 тис. жителів. Чисельність наявного населення області складає 1 млн. 846,9 тис. жителів. В містах проживає 75,6%, у сільській місцевості 24,4%. Рівень урбанізації області 77,9%. Понад 42% населення області мешкає в м. Запоріжжя [9].

В Луганській області також значно переважає міське населення, частка якого складає 86%, відповідно сільсь-

кого – 14%. Луганська область відноситься до густонаселених. Для неї характерна висока щільність населення, особливо у містах. Так у м. Сватове щільність населення становить 72595,51 осіб/км², є міста з щільністю більше 10 тис. осіб/км² – Щастя, Лутугине. Найбільша густина населення спостерігається в Алчевській міській області – 2420 осіб/км² та Северодонецькій – 2072,84 особи/км², найменша – в Ровеньківській – 246,24 осіб/км².

Старопромислові регіони відносяться до регіонів із найбільшою концентрацією населення. У Донецькій та Луганській областях проживало понад 15 % населення країни, а густина населення становила відповідно 176 і 91 осіб/км². Однак у населених пунктах СПР мало місце скорочення населення понад середній показник по Україні. Негативну динаміку чисельності населення СПР характеризують дані табл. 4.

У населених пунктах СПР спостерігається значне скорочення чисельності населення через низькі темпи народжуваності, високий рівень смертності населення (табл. 5).

Таблиця 4

Динаміка чисельності наявного населення в містах старопромислових регіонах (з чисельністю населення понад 100 тисяч осіб) (тис. осіб) [5; 6;10]

Міста СПР	1989 р.	2009 р.	2014 р.
Алчевськ	126	115	110
Горлівка	338	266	254
Дніпродзержинськ	282	245	241
Дніпропетровськ	1189	1018	993
Донецьк	1113	975	950
Запоріжжя	884	784	766
Краматорськ	198	169	163
Кривий Ріг	765	676	652
Лисичанськ	127	108	103
Луганськ	497	438	424
Макіївка	425	364	352
Маріуполь	519	472	459
Мелітополь	173	158	157
Нікополь	158	126	118
Павлоград	131	111	110
Северодонецьк	131	112	109
Слов'янськ	135	120	117

Таблиця 5

Загальні коефіцієнти народжуваності, смертності та природного приросту (скорочення) населення у СПР у 2013 році (на 1000 наявного населення) [5]

Області СПР	Кількість народжених	Кількість померлих	Природний приріст (скорочення) населення
Україна	10,5	13,2	-2,7
Дніпропетровська	10,7	14,9	-4,2
Донецька	9,3	15,6	-6,3
Запорізька	9,7	13,9	-6,2
Луганська	9,2	15,6	-9,2

У старопромислових регіонах мешкає значна кількість пенсіонерів, це

також свідчить про поступово старіння населення (табл. 6).

Таблиця 6

Кількість пенсіонерів за регіонами (с. 315)(на 1 січня 2014 року) [5]

Області СПР	Усього пенсіонерів	У розрахунку на 1000 осіб населення
Україна	13533308	299
Дніпропетровська	1012004	308
Донецька	1392403	321
Луганська	730291	327
Запорізька	549652	310

В «антирейтингу» [111] 28 міст світу, що найшвидше вмирають, лідирує м. Дніпропетровськ, населення якого за 35 років, за прогнозами, скоротиться на 16,78%. Крім того, у список увійшли й інші українські міста: Донецьк, Запоріжжя. Три українських міста - Дніпропетровськ, Донецьк та Запоріжжя - входять до п'ятірки лідерів зі скорочення населення у світі. Такий висновок зроблено аналітиками Business Insider за результатами останнього звіту ООН про стан міст (2012-2013 роки). У ньому враховуються не тільки економічні фактори, але й нематеріальні аспекти життя міст. Дніпропетровськ офіційно перестав бути містом-мільйонником восени 2011 року. (999,3 тисячі осіб населення). Населення Запоріжжя згідно з прогнозами ООН, у 2025 році складе 758 тисяч людей.

Слід зазначити, що демографічна ситуація у населених пунктах Донецької та Луганської областей значно погіршилася в наслідок військового конфлікту. За даними ООН, на кінець грудня 2014 р. в Україні налічувалося 610 тис. переселенців

. Спостерігається недостатній рівень конкурентоспроможності СПР по

показникам «освіта», «культура» і «охорона здоров'я». Кількість установ освіти, культури і охорони здоров'я не відповідає чисельності населення в СПР, спостерігається тенденція їх зменшення). Найнижче охоплення середньою освітою серед регіонів України спостерігалось у Донецькій області – 88%.

Надмірна концентрація промислового виробництва, транспортної інфраструктури та висока щільність населення створили величезне навантаження на біосферу старопромислових регіонів - найвищу в Україні та Європі. Концентрація промисловості у старопромислових регіонах привела до появи значних екологічних та соціальних проблем. Так, щільність викидів від стаціонарних джерел забруднення з розрахунку на квадратний кілометр території Донецької області складає 61,8 тон шкідливих речовин, а на душу населення - 352,7 кг, що відповідно в 8,4 і в 3,7 рази, перевищує середній рівень по країні.

Основний обсяг викидів шкідливих речовин (95%) є результатом роботи металургійної, енергетичної, вугільної промисловості. Забруднення повітряного середовища відбувається від високої концентрації ртуті в ґрунтах Донбасу, породах палаючих териконів вугільних шахт [149, с.8]. Населені пункти Донецької області займають перші місця в Україні по рівню забруднення (табл. 7).

Загальна характеристика викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами за окремими населеними пунктами СПР представлена в табл.8.

Таблиця 7

Характеристика рівня забрудненості у Донецькій області у 2013 році [12]

Номер у зведеній таблиці міст України по рівню забруднення	Місто	Індекс забруднення атмосфери (ІЗА)	Рівень забруднення повітря
1	Маріуполь	16,5	дуже високий
3	Горлівка	14,3	дуже високий
6	Слов'янськ	13,9	високий
8	Макіївка	12,8	високий
9	Донецьк	12,8	високий
7	Краматорськ	10,8	високий
19	Дзержинськ	10,2	високий

Таблиця 8

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення за окремими населеними пунктами (тис. т) [12]

Області та міста	2011 р.	2012 р.	2013 р.
Дніпропетровська область, у тому числі:	792,1	933,1	950,4
м. Дніпродзержинськ	110,0	110,4	104,8
м. Зеленодольськ	124,7	116,4	115,5
м. Кривий Ріг	205,3	219,3	185,2
м. Нікополь	358,6	354,6	351,8
Донецька область, у тому числі:	1525,9	1514,8	1448,1
м. Донецьк	71,1	71,6	70,8
м. Горлівка	25,3	21,3	13,1
м. Макіївка	53,2	46,5	39,3
м. Єнакієве	82,3	77,3	75,2
м. Харцизьк	103,1	110,2	126,6
м. Дебальцеве	127,0	172,2	74,4
Запорізька область, у тому числі:	229,3	207,6	245,9
м. Запоріжжя	117,0	92,3	94,1
м. Енергодар	104,9	107,7	145,5
Луганська область, у тому числі:	472,0	447,6	442,0
м. Луганськ	142,6	130,5	119,5
м. Алчевськ	96,8	106,0	111,8

Таким чином, однією з обов'язкових задач стратегічного планування повинно стати розв'язання протиріч між задачами сталого функціонування територій, розвитком та проблемами старопромислових регіонів.

Висновки. Старопромислові регіони України мають значні проблеми. Основним напрямком їх розвитку є структурна модернізація економіки, що включає комплексне інноваційну оновлення традиційного виробництва:

гірничо-металургійного, хімічного виробництва; створення виробництва із видобутку, комплексної переробки та утилізації шахтного метану, освоєння альтернативних джерел енергії; зменшення структурні деформації промисловості, розвиток галузей, діяльність яких безпосередньо пов'язана із задоволенням потреб населення, поліпшення соціальної сфери (будівництво, сфера послуг, туризм, рекреація, освіта, охорони здоров'я тощо).

Література

1. Регіональна економіка: Підручник для студентів, аспірантів, викладачів ВНЗ. Затверджено МОН / Качан С.П. — К., 2011. — 670 с., — С.
2. Кузьменко Л.М. М.О. Солдак М.О. Старопромислові регіони України: інституціональні особливості розвитку. Режим доступу irbis-nbuv.gov.ua/cgiirbis_64.exe?..
3. Muller B. Rise and Decline of Industry in Central and Eastern Europe / B. Muller, M. Finka, G. Lintz, 2004. — 247 p.
4. Статистичний збірник «Регіони України», 2014. — С.18-19.
5. Статистичний щорічник України за 2013 рік. — К. : Державна служба статистики України, 2014. — С. 2. — 534 с.
6. Головне управління статистики у Донецькій області [Електронний ресурс]. — Режим доступу: www.donetskstat.gov.ua/.
7. Статистичний щорічник Донецької області за 2013 рік. — Донецьк: Державна служба статистики України. Головне управління статистики у Донецькій області, 2014. — 467 с.
8. Профіль Дніпропетровської області: демографія, економіка, екологія, бюджет. Звіт підготовлено спільно Проектами міжнародної технічної допомоги.
9. Розбудова спроможності до економічно обґрунтованого планування розвитку областей і міст України (Проект «Місцевий економічний розвиток міст України» (Проект МЕРМ). С. 14. — 76 с.
10. Соціально-економічний паспорт Донецької області. — Донецьк, 2011. — 47 с.
11. Дніпропетровськ, Донецьк та Запоріжжя очолили світовий рейтинг міст, що вимірюють. Режим доступу: http://dt.ua/SOCIETY/dnipropetrovsk_donetsk_ta_zaporizhzhya_ocholili_svitoviy_reyting_mist_scho_vimirayut.htm
12. Дані Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО) Міністерства з надзвичайних ситуацій. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: www.cgo.kiev.ua/.

УДК 581.93

СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ВОДНОЇ ФЛОРИ СТИР-ГОРИНСЬКОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ПРИП'ЯТІ

Гроховська Ю.Р.

Національний університет водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне 33028
y.r.grokhovska@nuwm.edu.ua

Наведено результати систематичного та еколого-біологічного аналізу вищої водної флори Стир-Горинської частини басейну Прип'яті. Встановлено, що водна флора регіону налічує 107 видів судинних рослин, які відносяться до 62 родів, 30 родин і 20 порядків, у т.ч. 8 видів занесених до Червоної книги України. Найвище видове багатство водної флори загалом і групи гідрофітів зокрема зафіксовано у межах Волинського Полісся, територія і водні об'єкти якого зазнають меншого антропогенного впливу порівняно з південною частиною регіону. Встановлено перелік стійких до забруднення масових видів як місцевий резерв для розробки і застосування екобіотехнологій. *Ключові слова:* водна флора, екологічні групи рослин, басейн Прип'яті, Полісся.

Структурный анализ водной флоры Стырь-Горинской части бассейна Припяти. Гроховская Ю. Приведены результаты систематического и эколого-биологического анализа высшей водной флоры Стырь-Горинской части бассейна Припяти. Установлено, что водная флора региона насчитывает 107 видов сосудистых растений, относящихся к 62 родам, 30 семействам и 20 порядкам, в т.ч. 8 видов занесенных в Красную книгу Украины. Больше видовое богатство водной флоры в целом и группы гидрофитов в частности зафиксировано в пределах Волинского Полесья, территория и водные объекты которого подвержены меньшему антропогенному воздействию по сравнению с южной частью региона. Установлен перечень устойчивых к загрязнению массовых видов – это местный резерв для разработки и применения эколоботехнологий. *Ключевые слова:* водная флора, экологические группы растений, бассейн Припяти, Полесье.

Structural analysis of aquatic flora of Styr-Gorin part in the Pripjat River basin. Grokhovska Y. The results of systematical and ecological analysis of higher aquatic flora of Styr-Gorin part of the Pripjat river basin are presented. It was found that the aquatic flora of the region consist of 107 species of vascular plants belonging to 62 genera, 30 families and 20 orders, including 8 species listed in the Red Book of Ukraine. More species richness of aquatic flora in general and group of hydrophytes in particular were found within the Volyn Polesie. There water bodies have less anthropogenic impact compared with the southern part of the region. The list of massive species which are resistant to water pollution was compiled. They may be local reserve for the development and application of ecobiotechnology. *Keywords:* aquatic flora, ecological groups of plants, Pripjat river basin, Polesie.

Вступ

Дослідження рослинного покриву водних об'єктів – важлива галузь сучасної гідроекології та прикладної

ботаніки. За їх результатами у складі водної флори виділяють види-індикатори змін природного середовища, оцінюють збереження біорізноманіття, водозахисну функцію водної

рослинності тощо [1-3]. Вищі водні рослини прісноводних екосистем відіграють важливу роль у забезпеченні їх біопродуктивності, підтриманні екологічної рівноваги, беруть активну участь у процесах самоочищення води від забруднень, що особливо важливо в умовах зростаючого антропогенного пресингу на гідросферу.

Водну флору Стир-Горинської частини басейну Прип'яті разом із усією природною флорою та особливостями поширення рідкісних видів у різний час досліджували Besser W., Пачоський Й., Шмальгаузен І.Ф., Szafer W., Маско С., Panek J., Брадїс Є.М., Завєруха Б.В., Барбарич А.І., Дідух Я.П., Дубина Д.В., Андрієнко Т.Л., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Грищенко Ю.М., Прядко О.І., Володимирець В.О., Баранський О.Р. та ін. [4-9].

Проте узагальнююче зведення інформації про вищу водну флору Стир-Горинської частини басейну річки Прип'ять залишається актуальним завданням і метою цієї роботи є встановлення її видового складу, аналіз систематичної та екологічної структури, проведення созологічної та господарської оцінки.

Матеріали і методи дослідження

Гідроботанічні дослідження проводили у 2010-2015 рр. за загальноприйнятими методиками [10], переважно в межах Рівненської області (рр. Горинь, Стир, Случ, Устя, Путилівка, Пляшівка, Іква, Замчисько, Стубла, Вілія; озеро Біле; водосховища Хрінницьке, Млинівське, стави в межах Рівненського, Здолбунівського і Острозького районів), а також деяких водних об'єктах у Житомирській (рр. Случ і

Вершниця у межах Новоград-Волинського району) та Волинській (р. Стир поблизу м. Берестечко) областях. Визначення видів флори проводили за «Определителем ...» (1987) [11] та іншими джерелами. Конспект спонтанної флори судинних рослин складений за результатами польових досліджень автора, а також на підставі опрацювання літературних джерел, гербарних матеріалів і архівних даних. До аналізу долучили дані попередніх робіт [12-14]. Класифікація Magnoliophyta наведена за системою Angiosperm Phylogeny Group (2009) [15]. Назви і прізвища авторів таксонів рослин вказані згідно з The International Plant Names Index (2015) [16]. Екологічні особливості видів встановлено за науковими даними [2,17,18]. Созологічний статус видів встановлений згідно «Червоної книги України» (2009) [9] і Червоного списку водних макрофітів України [2].

У науковій літературі є значні відмінності щодо оцінки кількісного складу водної флори у зв'язку із відсутністю її чіткого розмежування з гідрофільною. Тому при дослідженні рослинного покриву водних об'єктів розглянуто власне водну флору, використано для аналізу дані Распопова и др. (2011) про кількісні і якісні її показники [18].

Результати та обговорення

Систематична структура. Водна флора регіону нараховує щонайменше 107 видів судинних рослин, які відносяться до 62 родів, 30 родин і 20 порядків. Це становить 3,9% видів, 14,5% родів і 32% родин від їх загального числа у світі за оцінками Распопова и др. (2011) і 4,1% видів, 15%

родів, 34% родин за зведенням Chambers at all. (2008) [18,19].

Список таксонів, а також українські і латинські назви видів:

1. Відділ Lycopodiophyta D.H. Scott

1. Клас Isoëtopsida J.H. Schaffn. s.l.

1. Порядок Isoëtales Prantl

1. Родина Isoëtaceae Rchb.

1. Рід *Isoëtes* L.

1. Молодильник озерний – *I. lacustris* L.

2. Відділ Equisetophyta D.H.Scott

2. Клас Equisetopsida C. Agardh.

2. Порядок Equisetales DC. ex Brecht & J. Presl

2. Родина Equisetaceae Michx. ex DC

2. Рід *Equisetum* L.

2. Хвощ річковий – *E. fluviatile* L.

3. Відділ Polypodiophyta Cronquist, Takhtajan & W. Zimmermann

3. Клас Polypodiopsida Cronquist, Takhtajan & W. Zimmermann

3. Порядок Polypodiales Link

3. Родина Thelypteridaceae Pic. Serm.

3. Рід *Thelypteris* Schmidel s.str.

3. Теліптерис болотний – *T. palustris* Schott

4. Відділ Magnoliophyta Cronquist, Takhtajan & W. Zimmermann

Basal angiosperms (Палеодікоти)

4. Порядок Nymphaeales Salisb. ex Bercht. & J.Presl

4. Родина Nymphaeaceae Salisb.

4. Рід *Nuphar* Sibth. & Sm.

4. Глечики жовті – *N. lutea* (L.) Smith

5. Рід *Nymphaea* L.

5. Латагтя біле – *N. alba* L.

6. Л. сніжно-біле – *N. candida* J. Presl

MONOCOTS (Однодольні)

5. Порядок Acorales Link

5. Родина Acoraceae Martinov

6. Рід *Acorus* L.

7. Лепеха звичайна – *A. calamus* L.

6. Порядок Alismatales R.Br. ex Bercht. & J.Presl

6. Родина Alismataceae Vent.

7. Рід *Alisma* L.

8. Частуха ланцетна – *A. lanceolatum*

9. Ч. подорожникова – *A. plantago-aquatica* L.

8. Рід *Sagittaria* L.

10. Стрілолист стрілолистий – *S. sagittifolia* L.

7. Родина Araceae Juss.

9. Рід *Calla* L.

11. Образки болотні – *C. palustris* L.

10. Рід *Lemna* L.

12. Ряска горбата – *L. gibba* L.

13. Р. мала – *L. minor* L.

14. Р. триборозенчаста – *L. trisulca* L.

11. Рід *Wolffia* Schleid.

15. Вольфія безкоренева – *W. arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm

12. Рід *Spirodela* Schleid

16. Спіродела багатокоренева – *S. polyrrhiza* (L.) Schleid.

8. Родина Butomaceae Mirb

13. Рід *Butomus* L.

17. Сусак зонтичний – *B. umbellatus* L.

9. Родина Hydrocharitaceae Juss.

14. Рід *Elodea* Michx.

18. Елодея канадська – *E. canadensis* Michx.

15. Рід *Hydrocharis* L.

19. Жабурник звичайний – *H. morsuranae* L.

16. Рід *Najas* L.

20. Каулінія мала – *N. minor* All.

17. Рід *Stratiotes* L.

21. Водяний різак алоевидний – *S. aloides* L.

18. Рід *Vallisneria* L.

22. Валіснерія спіральна – *V. spiralis* L.

10. Родина Potamogetonaceae Bercht. & J.Presl

19. Рід *Potamogeton* L.

23. Рдесник альпійський – *P. alpinus* Valb.

24. Р. Берхтольда – *P. berchtoldii* Fieb.

25. Р. кучерявий – *P. crispus* L.

26. Р. оманливий – *P. decipiens* Nolte ex W.D.J. Koch

27. Р. Фріза – *P. friesii* Rupr.

28. Р. злаколистий – *P. gramineus* L.

29. Р. блискучий – *P. lucens* L.

30. Р. плаваючий – *P. natans* L.

31. Р. вузлуватий – *P. nodosus* Poir

32. Р. пронизанолистий – *P. perfoliatus* L.

33. Р. довгий – *P. praelongus* Wulf

34. Р. червонуватий – *P. rutilus* Wulf

20. Рід *Stuckenia* Börner, 1912

35. Штукенія гребінчаста – *S. pectinata* Börner, (L.) Böerner

7. Порядок Asparagales Link

11. Родина Iridaceae Juss.

21. Рід *Iris* L.

36. Півники водяні (болотні) – *I. pseudacorus* L.

COMMELINIDS

8. Порядок Poales Small

11. Родина Cyperaceae Juss.

22. Рід *Bolboschoenus* (Asch.) Palla

37. Бульбокомиш морський – *B. maritimus* (L.) Palla

23. Рід *Carex* L.

38. Осока гостра – *C. acuta* L.

39. О. гостровидна – *C. acutiformis* Ehrh

40. О. чорноколоса – *C. melanostachya* Willd.

41. О. вологиста – *C. paniculata* L.

42. О. несправжньо-смикавцева – *C. pseudocyperus* L.

43. О. побережна – *C. riparia* Curtis

44. О. здута – *C. rostrata* Stokes

45. О. пухирчаста – *C. vesicaria* L.

46. О. лисяча – *C. vulpina* L.

24. Рід *Cladium* P. Broune

47. Меч-трава болотна – *C. mariscus* (L.) Pohl

25. Рід *Eleocharis* R.Br.

48. Ситняг голчастий – *E. acicularis* (L.) Roem. & Schult.

49. С. сосочкоподібний – *E. mamillata* H. Lindb.

50. С. болотний – *E. palustris* (L.) Roem. & Schult.

26. Рід *Schoenoplectus* (Palla) L.

51. Комиш озерний – *S. lacustris* (L.) Palla

52. К. Табернемонтана – *S. tabernaemontani* (C.C. Gmel.) Palla

27. Рід *Scirpus* L.

53. Комиш лісовий – *S. sylvaticus* L.

13. Родина Juncaceae Juss.

28. Рід *Juncus* L.

54. Ситник бульбистий – *J. bulbosus* L.

14. Родина Poaceae Barnhart

29. Рід *Agrostis* L.

55. Мітлиця повзуча – *A. stolonifera* L.

30. Рід *Catabrosa* P. Beauv

56. Каброза водяна – *C. aquatica* (L.) P. Beauv

31. Рід *Glyceria* R. Br

57. Лепешняк плаваючий – *G. fluitans* (L.) R. Br.

58. Л. великий – *G. maxima* (C. Hartm.) Holmberg

59. Л. помітний – *G. notata* Chevall.

60. Л. смугастий – *G. striata* (Lam.) Hitchc.

32. Рід *Leersia* Sw.

61. Леєрсія рисовидна – *L. oryzoides* (L.) Sw.

33. Рід *Phragmites* Adans

62. Очерет звичайний – *P. australis* (Cav.) Steud.

34. Рід *Zizania* L.

63. Зизанія широколиста – *Z. latifolia* Turcz. ex Stapf

15. Родина Typhaceae Juss.

35. Рід *Typha* L.

64. Рогіз вузьколистий – *T. angustifolia* L.

65. Р. широколистий – *T. latifolia* L.

66. Р. Лаксманів – *T. laxmannii* Lepech.

36. Рід *Sparganium* L.

67. Їжача голівка зринува – *S. emersum* Rehmman

68. Ї. г. пряма – *S. erectum* L.

69. Ї. г. мала – *S. minimum* Fr. ex Wallr.

Ceratophyllum clade

PROBABLE SISTER OF EUDICOTS
(можливо, сестринська група по відношенню до дводольних)

9. Порядок Ceratophyllales Link

16. Родина Ceratophyllaceae Gray

37. Рід *Ceratophyllum* L.

70. Кушир занурений – *C. demersum* L.

71. К. напівзанурений – *C. submersum* L.

EUDICOTS

- Basal eudicots (справжні дводольні)
 10. Порядок Ranunculales Juss. ex Bercht. & J.Presl
 17. Родина Ranunculaceae Juss.
 38. Рід *Batrachium* (DC.) S. F. Gray
 72. Водяний жовтець водний – *B. aquatile* (L.) Dumort.
 73. В. ж. закручений – *B. circinatum* Spach
 74. В. ж. волосистий – *B. trichophyllum* (Chaix) Bosch
 39. Рід *Caltha* L.
 75. Калюжниця болотна – *C. palustris* L.
 40. Рід *Ranunculus* L.
 76. Жовтець вогнистий – *R. flammula* L.
 77. Ж. язиколістий – *R. lingua* L.
 78. Ж. сланкий – *R. reptans* L.
 79. Ж. отруйний – *R. sceleratus* L.
 CORE EU DICOTS (основні дводольні)
 11. Порядок Saxifragales Bercht. & J.Presl
 18. Родина Haloragaceae R.Br.
 41. Рід *Myriophyllum* L.
 80. Водопериця червоквіткова – *M. alterniflorum* DC.
 81. В. колосиста – *M. spicatum* L.
 82. В. кільчаста – *M. verticillatum* L.
 FABIDS
 12. Порядок Malpighiales Juss. ex Bercht. & J.Presl
 19. Родина Elatinaceae Dumort
 42. Рід *Elatine* L.
 83. Руслиця мокрична – *E. alsinistrum* L.
 13. Порядок Rosales Bercht. & J.Presl
 20. Родина Rosaceae Juss.
 43. Рід *Comarum* L.
 84. Вовче тіло болотне – *C. palustre* L.
 MALVIDS
 14. Порядок Myrtales Juss. ex Bercht. & J.Presl
 21. Родина Lythraceae J.St.-Hil.
 44. Рід *Lythrum* L.
 85. Плакун верболистий – *L. salicaria* L.
 15. Порядок Brassicales Bromhead
 22. Родина Brassicaceae Burnett
 45. Рід *Nasturtium* R.Br.
 86. Настурція лікарська – *N. officinale* W.T. Aiton
 46. Рід *Rorippa* Scop.
 87. Водяний хрін земноводний – *R. amphibia* (L.) Bess.
 16. Порядок Caryophyllales Juss. ex Bercht. & J.Presl
 23. Родина Droseraceae Salisb.
 47. Рід *Aldrovanda* Monti
 88. Альдрованда пухирчаста – *A. vesiculosa* L.
 24. Родина Polygonaceae Juss.
 48. Рід *Persicaria* (L.) Mill.
 89. Гірчак земноводний – *P. amphibia* (L.) S.F.Gray
 49. Рід *Rumex* L.
 90. Щавель прибережний – *R. hydrolapathum* Huds.
 ASTERIDS
 17. Порядок Ericales Bercht. & J.Presl
 25. Родина Primulaceae Batsch ex Borkh.
 50. Рід *Hottonia* L.
 91. Плавушник болотний – *H. palustris* L.
 51. Рід *Naumburgia* Moench
 92. Кизляк китицецвітій – *N. thyrsoflora* Rehb.
 LAMIIDS
 18. Порядок Lamiales Bromhead
 26. Родина Lentibulariaceae Rich.
 52. Рід *Utricularia* L.
 93. Пухирник середній – *U. intermedia* Haune
 94. П. малий – *U. minor* L.
 95. П. звичайний – *U. vulgaris* L.
 27. Родина Plantaginaceae Juss.
 53. Рід *Callitriche* L.
 96. Виринація болотна (весняна) – *C. palustris* L.
 54. Рід *Hippuris* L.
 97. Водяна сосонка звичайна – *H. vulgaris* L.
 55. Рід *Veronica* L.
 98. Вероніка джерельна – *V. anagallis-aquatica* L.
 99. В. грязьова – *V. anagalloides* Guss.
 100. В. струмкова – *V. beccabunga* L.

28. Родина Scrophulariaceae Juss.
 56. Рід *Limosella* L.
 101. Мулянка водяна – *L. aquatica* L.
 CAMPANULIDS
 19. Порядок Asterales Link
 29. Родина Menyanthaceae Dumort.
 57. Рід *Menyanthes* L.
 102. Бобівник трилистий – *M. trifoliata* L.
 58. Рід *Nymphoides* Seg.
 103. Плавун щитолістий – *N. peltata* (S.G. Gmel.) Kuntze
 20. Порядок Apiales Nakai
 30. Родина Apiaceae Lindl.
 59. Рід *Cicuta* L.
 104. Цикута отруйна – *C. virosa* L.
 60. Рід *Oenanthe* L.
 105. Омег водяний – *O. aquatica* (L.) Poir.
 61. Рід *Berula* Besser ex W.D.J. Koch
 106. Вех прямий – *B. erecta* (Huds.) Coville
 62. Рід *Sium* L.
 107. Вех широколистяний – *S. latifolium* L.
 У складі водної флори – по одному виду з відділів Lycopodiophyta, Equisetophyta та Polypodiophyta (2,8%);

інші 104 види належать до відділу Magnoliophyta. Аналогічний розподіл характерний для водних флор цикамбореальної флористичної області, зокрема для водної флори Росії, де на судинні спорові рослини припадає 2,6% від загальної кількості видів. У світовій водній флорі частка спорових рослин становить 6,2% видів [18,19].

Квіткові рослини становлять 4,1% від числа світової водної флори – 2579 видів за даними Распопова и др. (2011) [18]. Спектр десяти провідних родин квіткових рослин утворюють Сурерасеае, Potamogetonaceae, Роасеае, Ranunculaceae, Araceae, Typhaceae, Hydrocharitaceae, Plantaginaceae, Apiaceae, Lentibulariaceae, які об'єднують понад дві третини видів. Сім родин з цього переліку входять до спектру провідних родин світової водної флори (табл. 1). Також співпадає положення родин Роасеае, Plantaginaceae та Lentibulariaceae, які в обох списках займають 3-, 8- і 10-е місце відповідно.

Таблиця 1

Кількість видів у провідних родинах флори водних судинних рослин Рівненщини та світу [18]

Родина	Регіон	Родина	Світ
Сурерасеае	17	Podostemaceae	330
Potamogetonaceae	13	Сурерасеае	276
Роасеае	9	Роасеае	190
Ranunculaceae	8	Araceae	139
Araceae	6	Potamogetonaceae	117
Typhaceae	6	Hydrocharitaceae	108
Hydrocharitaceae	5	Alismataceae	96
Plantaginaceae	5	Plantaginaceae	91
Apiaceae	4	Lythraceae	78
Lentibulariaceae	3	Lentibulariaceae	70

Екологічна структура. За класифікацією Папченкова В.Г. [17, 18] екологічну структуру водної флори представляють три екотипи: гідрофіти, гелофіти і гіпрогелофіти.

У флорі регіону налічується 43 види (40%) гідрофітів. Це справжні водні рослини, які поділяються на чотири екологічні групи: занурені укорінені з плаваючим листям або без нього, а також вільноплаваючі на поверхні

води або у її товщі [18]. Кількісно переважають занурені укорінені: *Potamogeton* (8 видів), *Batrachium* (3), *Myriophyllum* (3), *Callitriche palustris*, *Elodea canadensis*, *Hottonia palustris*, *Isoetes lacustris*, *Juncus bulbosus*, *Stratiotes aloides*, *Stuckenia pectinata*, *Valisneria spiralis* (всього 22 види).

Наступна екологічна група – гідрофіти укорінені з плаваючим листям: *Nymphaea* (2 види), *Potamogeton* (4), а також *Nuphar lutea*, *Nymphoides peltata*, *Persicaria amphibia* (всього 9 видів).

Група гідрофітів об'єднує види, які вільно плавають у товщі води: *Ceratophyllum* (2 види), *Utricularia* (3), а також *Aldrovanda vesiculosa*, *Lemna trisulca* (всього 7 видів).

Гідрофіти вільноплаваючі на поверхні води *Lemna* (2), а також *Hydrocharis morsus-ranae*, *Spirodela polyrhiza*, *Wolffia arrhiza* (всього 5 видів).

До гелофітів відносяться 16 видів (15%). Екотип поділяється на дві екологічні групи. Група гелофітів низькотравних представлена рослинами висотою 60-100 см і менше: *Alisma* (2 види), *Sparganium* (3), *Butomus umbellatus*, *Equisetum fluviatile*, *Sagittaria sagittifolia* (всього 8 видів). Гелофіти

високотравні *Schoenoplectus* (2), *Typha* (3), а також *Zizania latifolia*, *Glyceria maxima*, *Phragmites australis* (всього 8 видів)

Гідрогелофітів у досліджуваній флорі нараховується 48 видів (45%). Це представники родів *Carex* (9), *Ranunculus* (4), *Eleocharis* (3), *Glyceria* (3), *Veronica* (3), а також *Iris pseudacorus*, *Nasturtium officinale*, *Bolboschoenus maritimus*, *Acorus calamus*, *Agrostis stolonifera*, *Berula erecta*, *Calla palustris*, *Caltha palustris*, *Catabrosa aquatica*, *Cicuta virosa*, *Cladium mariscus*, *Comarum palustre*, *Elatine alsinastrum*, *Hippuris vulgaris*, *Leersia oryzoides*, *Limosella aquatica*, *Lythrum salicaria*, *Menyanthes trifoliata*, *Naumburgia thyrsoiflora*, *Oenanthe aquatica*, *Rorippa amphibia*, *Rumex hydrolapathum*, *Scirpus sylvaticus*, *Sium latifolium*, *Thelypteris palustris*.

Частка гідрофітів у окремих фізико-географічних зонах коливалася від 16% до 21%, гелофітів – близько 8%, гідрогелофітів від 45% до 51% (табл. 2). Найбільше видове багатство водної флори за кількістю екологічних груп зафіксовано у межах Волинського Полісся.

Таблиця 2

Екологічна структура флори водних судинних рослин різних фізико-географічних зон (число видів / %)

Екотипи	Екологічні групи	Волинське Полісся	Житомирське Полісся	Мале Полісся	Волинська височина	Загалом
Гідрофіти	Занурені укорінені	21/21	15/18	13/16	15/18	22/20,5
	Занурені укорінені з плаваючим листям	8/8	9/11	7/9	6/7	9/8
	Вільноплаваючі на поверхні води	3/3	3/4	4/5	5/6	5/5
Гелофіти	Вільноплаваючі в товщі води	7/7	5/6	3/4	3/4	7/6,5
	Низькотравні	8/8	7/8	6/8	7/8	8/7,5
	Високотравні	8/8	6/7	6/8	7/8	8/7,5
	Гідрогелофіти	45/45	40/47	41/51	42/49	48/45
	Усього	100/100	85/100	80/100	85/100	107/100

Созологічна оцінка та особливості поширення раритетних видів. У водних екосистемах Стир-Горинської частини басейну Прип'яті трапляються вісім раритетних видів рослин, які занесені до «Червоної книги України» (2009) [9]: *Aldrovanda vesiculosa*, *Cladium mariscus*, *Eleocharis mamillata*, *Isoetes lacustris*, *Juncus bulbosus*, *Nymphoides peltata*, *Utricularia minor*, *U. intermedia*. З них один вид рідкісний – *Aldrovanda vesiculosa*, а решта – вразливі. Лише в межах Волинського Полісся дуже рідко трапляються *Isoetes lacustris*, *Eleocharis mamillata*, *Aldrovanda vesiculosa* і *Utricularia minor*; в межах Житомирського Полісся – *Nymphoides peltata*. *Utricularia intermedia* і *Juncus bulbosus* – в обох згаданих зонах [12,13]. За категоріями Червоного списку водних макрофітів України [2] у Рівненській області виявлено представників п'яти категорій [12]: B2 – *Isoetes lacustris*, *Potamogeton rutilus*, *Myriophyllum alterniflorum*; C1 – *Potamogeton alpinus*, *Cladium mariscus*; C2 – *Wolffia arrhiza*, *Nymphoides peltata*, *Sparganium minimum*, *Aldrovanda vesiculosa*; C3 – *Calla palustris*, *Nymphaea alba*, *N. candida*, *Nuphar lutea*, *Ceratophyllum submersum*, *Potamogeton gramineus*, *P. praelongus*, *Hottonia palustris*, *Utricularia intermedia*, *U. minor*; *Callitriche palustris*; C4 – *Berula erecta*.

Більшість раритетних видів водних рослин поширені лише у північній частині регіону в межах зон Волинського і Житомирського Полісся. Тут рослинний світ зазнав найбільшого перетворення в 70-80 рр. минулого століття у період масштабного осушення боліт та сільськогосподарського освоєння осушених земель. За даними «Червоної книги України» (2009) [9], саме меліоративні роботи є основною

причиною змін чисельності більшості раритетних видів водної флори. Окрім меліоративних робіт і розорювання території водозборів, істотно впливало на гідробіоту будівництво гребель і спрямлення русел річок.

Рослинний покрив водних екосистем південної лісостепової частини регіону й у сучасний період зазнає істотного антропогенного впливу, який не обмежується наслідками агрогенної евтрофікації. Тут розташовані великі промислові підприємства та найбільші міста – Рівне та Здолбунів. Неочищені стічні води від точкових джерел забруднення потрапляють у місцеві річки і впливають на поширення чутливих до якості води гідрофітів. Лише за офіційними даними контролюючих екологічних служб неочищені та недостатньо очищені стічні води становлять близько 10-30% води, відведеної підприємствами Рівненщини у останні роки. Отже, відсутність раритетних видів і угруповань водних рослин, обмежене число гідрофітів потрібно розглядати як наслідки тривалого антропогенного пресингу на водну флору південної частини області.

Адвентивні види. В складі водної флори є шість видів адвентивних рослин або 5,6% від загального видового складу: археофіт *Acorus calamus*, кенофіт *Elodea canadensis* та чотири еукенофіти – *Vallisneria spiralis*, *Glyceria striata*, *Zizania latifolia*, *Typha laxmannii*. Із них *Acorus calamus* та *Elodea canadensis* трапляються по всій території області, *Glyceria striata* *Typha laxmannii* – лише в межах Волинського Полісся, *Vallisneria spiralis* – лише в межах Волинської височини, а *Zizania latifolia* – в обох цих зонах [12].

Господарське значення. За господарськими ознаками провідне місце у

водній флорі регіону досліджень займають кормові (85%), декоративні (76%) і лікарські (44%) види. Решта – технічні (26%), харчові (23%), медоносні (11%), дубильні (8%), вітамінні (6%), ефіроолійні (3%), олійні (2%), фарбувальні (2%). Бур'яни становлять 11%, отруйні рослини – 10%. Водоохоронні види – 54%, берегозахисні – 32%, берегоукріплюючі – 13%.

На Західному Поліссі виявлена стійка тенденція до скорочення ресурсів *Acorus calamus*, причиною якої є порушення гідрологічного режиму біотопів [20]. Використання ресурсів лепехи вимагає обмеження, оскільки існує реальна загроза виснаження ресурсів цього виду внаслідок антропогенної трансформації місць його зростання [2,20,21].

Водночас у складі водної флори регіону є масові види, які можна використовувати для розробки і застосування екобіотехнологій, зокрема, для біологічного доочищення побутових стічних вод. Для цього зазвичай пропонуються стійкі до забруднення високорослі гелофіти і гідрогелофіти, які вирощують в умовах біоплато (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *Acorus calamus*, *Glyceria maxima* та ін.) [2]. Скошену фітомасу рослин використовують як біопаливо.

Для доочищення нетоксичних стічних вод харчових виробництв і в індустріальному рибництві можна використовувати дрібні вільноплаваючі на поверхні води гідрофіти з родини *Araceae* підродини *Lemnoideae*. Найпоширеніші в регіоні види – *Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza*. Вони трапляються в умовах значного комунально-побутового і промислового забруднення – в річці Устя нижче скиду стічних вод міст Рівне та Здолбунів. Рідше трапляється *L. gibba*, а

найрідкісніший представник родини – *Wolffia arrhiza*, в окремих водоймах Рівненського району утворює великі популяції. Ці рослини активно вилучають біогенні елементи у процесі росту та швидко розмножуються. Фітомаса ряскових багата на білок, її можна використовувати як кормову добавку свійським тваринам або риbam в установках замкнутого водозабезпечення [2,22]. Крім того, її легко вилучати на відміну від фітомаси водоростей або укорінених рослин.

Висновки

Аналіз водної флори Стир-Горинської частини басейну Прип'яті показав, що вона налічує щонайменше 107 видів судинних рослин із 62 родів, 30 родин і 20 порядків; за таксономічним складом має характерні риси, які притаманні водному компоненту світової флори, подібна до інших водних флор цикумбореальної флористичної області. Перше місце за числом видів займає екотип гідрогелофітів (45%), на другому місці – гідрофіти (40%), на третьому – гелофіти (15%). Серед гідрофітів домінують занурені укорінені рослини (22 види; 20,5%).

Найвище видове багатство водної флори загалом і групи гідрофітів зокрема зафіксовано у межах Волинського Полісся, територія і водні об'єкти якого зазнають меншого антропогенного впливу порівняно із південною частиною області. У водних екосистемах регіону трапляються вісім раритетних видів, які занесені до «Червоної книги України» (2009); більшість із них поширені лише у північній частині області в межах зон Волинського і Житомирського Полісся. Тут багато господарсько-важливих видів, особли-

во кормових, декоративних та лікарських. Стійкі до забруднення масові види (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *Acorus calamus*, *Glyceria maxima*, *Lemna minor*, *Spi-*

rodela polyrrhiza, *Wolffia arrhiza*) – це перспективний місцевий резерв для розробки і застосування водоохоронних екобіотехнологій.

Література

1. Кроткевич П. Г. Роль растений в охране водоемов / П. Г. Кроткевич // Новое в жизни, науке, технике. – М.: Знание, 1982. – № 3. – 64 с.
2. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды / [Дубына Д.В., Стойко С.М., Сытник К.М. и др.]. – К.: Наук. думка, 1993. – 434 с.
3. Кокин К. А. Экология высших водных растений / К.А. Кокин. – М.: Знание, 1982. – 160 с.
4. Дубына Д.В. Кувшинковые Украины / Д.В. Дубына. – К.: Наук. думка, 1982. – 230 с.
5. Андриенко Т.Л. Растительный мир Украинского Полесья в аспекте его охраны / Т.Л. Андриенко, Ю.Р. Шеляг-Сосонко. – К.: Наук. думка. – 1983. – 216 с.
6. Володимирець В.О. Раритетні види флори заплави нижньої течії р. Ікви (Млинівський р-н, Рівненська обл.) / В.О. Володимирець // Вісник Рівненського державного технічного університету. – 2001. – 12, № 5. – С. 59-64.
7. Баранський О.Р. Рідкісні та зникаючі види флори Волинського Полісся (хорологія, еколого-ценотичні особливості, охорона). Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2005. – 20 с.
8. Андриенко Т.Л. Раритетна компонента флори Рівненського природного заповідника / Т.Л. Андриенко, О.І. Прядко, В.А. Онищенко // Укр. ботан. журн. – 2006. – 63, № 2. – С. 220–228.
9. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
10. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа вод и донных отложений / В.А. Абакумов. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 236 с.
11. Определитель высших растений Украины. – К.: Наук. думка, 1987. – 548 с.
12. Гроховская Ю.Р. Особенности видового состава гидрофильной флоры Ровенской области Украины / Ю.Р. Гроховская, В.А. Володимирець // Фиторазнообразия Восточной Европы. – 2015. – Т.9. – Вып. 2. – С. 32-44.
13. Гроховська Ю.Р. Раритетні види та угруповання вищих водних і прибережно-водних рослин Рівненської області / Ю.Р.Гроховська, В.О.Володимирець, С.В. Кононцев // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – 2013. – Вип. 62, № 2. – С. 182-197.
14. Клименко М.О. Оцінка екологічного стану водних екосистем річок басейну Прип'яті за вищими водними рослинами / М.О. Клименко, Ю.Р. Гроховська. – Рівне: НУВГП, 2005. – 194 с.
15. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. // Botanical Journ. of the Linnean Society. – 2009. – Vol. 161, no. 2. – P. 105-121.
16. The International Plant Names Index (2015). – Available at: <http://www.ipni.org>
17. Папченко В.Г. О классификации макрофитов водоемов / В.Г. Папченко // Экология. – 1985. – № 6. – С. 8-13.
18. Распопов И.М. Сравнительный анализ водной флоры России и мира / И.М. Распопов, В.Г. Папченко, В.В. Соловьева // Известия Самарского научного центра РАН. – 2011. – Т. 13, № 1. – С. 16-27.
19. Chambers P. A. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater / P. A. Chambers, P. Lacoul, K. J. Murphy, S. M. Thomaz // Hydrobiologia. – 2008. – 595. – P. 9–26.
20. Мінарченко В.М. Ресурси лікарських рослин Західного Полісся: стан, використання та тенденції динаміки / В.М. Мінарченко // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.13. – С. 20-25.
21. Мінарченко В.М. Ресурсна значущість лікарських та харчових рослин Західного Полісся України / В.М. Мінарченко, Т.Д. Соломаха, І.А. Тимченко // Екологія водно-болотних угідь і торфовищ (збірник наукових статей). – Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2014. – С. 161-166.
22. Plants for a future: 7000 Edible, Medicinal and Useful Plants. – Available at: <http://www.pfaf.org>

УДК 504.064.54

ФОРМУВАННЯ СТОКУ Й ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ КАЛАНЧАК

Лозовіцький П.С.¹, Лозовіцький А.П.²¹Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ

Lozovitskii@gmail.com;

²ТОВ «Географіка»,

вул. Голосіївська, 18, 03039, м. Київ

Наведено порівняльні результати хімічного складу й мінералізації води річки Каланчак – смт. Каланчак за період 1989-1991 та 2005-2012 рр. Викладено результати екологічної оцінки якості води за критеріями забруднення компонентами сольового складу, еколого-санітарними показниками та умістом специфічних речовин токсичної дії. Розраховано індекс забруднення води та виконана загальна оцінка забруднення за всією множиною показників. *Ключові слова:* вода, температура, прозорість, біогенні речовини, індекс забруднення води, важкі метали.

Формирование стока и оценка качества воды реки Каланчак. Лозовицкий П.С., Лозовицкий А.П. Приведены сравнительные результаты химического состава и минерализации воды реки Каланчак – г. Каланчак за период 1989-1991 и 2005-2012 гг. Изложено результаты экологической оценки качества воды по критериям солевого состава, эколого-санитарным показателям и содержанию специфических веществ токсического действия. Рассчитано индекс загрязнения воды и выполнена общая оценка загрязнения по всей совокупности показателей. *Ключевые слова:* вода, температура, прозрачность, биогенные вещества, индекс загрязнения воды, тяжелые металлы.

Assessment of water quality in Kalantchak. Lozovitskii P., Lozovitskii A. Comparative results of chemical composition and water salinity town are given for – the periods of 1989-1991 of 2005-2012. The article presents the results of environmental assessment of water quality on criteria of components of the salt content pollution, environmental sanitation indexes and content of specific substances toxic effects. Index of water pollution was calculated and the overall assessment of pollution was made by the whole set of indicators. *Keywords:* water temperature, transparency, nutrients, water pollution index, heavy metals.

Вступ

Річка **Каланчак** протікає територією Чаплинського та Каланчацького районів Херсонської обл. і впадає в Каланчацький лиман. Її довжина 64 км, ширина річища – 4 м, уклін – 0,5 м/км, ширина долини – 300-1000 м, ширина плавнів – до 200 м. Вона має низькі заболочені береги, вкрай вищажена, замулена та забруднена, влітку пересихає.

Режим річок характеризується значними весняними повенями, переважно в березні, та низьким літнім рівнем з незначними дощовими **паводками**. Весняні повені спостерігаються не щорічно, замерзання річок відбувається близько 15-25 грудня, льодохід - 5-10 березня. У зв'язку з характерними нестійкими зимами, коли періоди з низькою температурою повітря трапляються відлиги різної тривалості, під час переходу температури повітря

через 0°C на річках встановлюється нестійкий льодовий режим з утворенням **заберегів**, сала, зрідка **шуги**, а в окремі роки - **льодоставу**. Товщина льоду на річках з природним режимом становить від 5-10 до 15-20 см [4].

За кліматичними умовами територія басейну річки Каланчак відноситься до південної сухо-степової дуже посушливої, помірно жаркої зони з м'якою мало-сніжною нестійкою зимою [12]. Ймовірність ризиків: посуха - 35%, пожежа - 30%, град - 15%, зливи - 15%, заморозок - 5%. Характеризується сумою активних температур вище 10°C – 3300-3400, тривалістю періоду з середньодобовою температурою понад 10°C - 200-280 днів, кількістю опадів за теплий період – 400 мм, гідротермічний коефіцієнт – 0,5-0,7, тривалістю безморозного періоду – 190-220 днів, помірно континентальним кліматом [16].

У річку Каланчак щорічно скидається комунальними господарствами близько 2052 тис. м³ забруднених стічних вод.

При обстеженні її стану зафіксовано безліч сміттєзвалищ, які знаходяться в санітарно-захисній водоохоронній зоні річки. Відмічено також скид стічних вод з вигрібних ям, виявлено наявність плівки не лише на березі річки, а й в самій річці. Річка замулена, заросла та засмічена порізаним очеретом, в результаті чого погіршуються хімічний і бактеріологічний стан води, що впливає на якість та відновлення рибних запасів.

Велика розораність басейну, недотримання встановлених меж водоохоронних зон, порушення агротехніки обробітку ґрунтів спричиняють інтенсивні ерозійні процеси на водозаборах, що в свою чергу призводить до замулення, забруднення та заростання річок і є одним із основних дестабілізу-

ючих чинників екологічної ситуації. Вкрай негативно на стан річки впливає також і забудова прибережних земель, особливо заплавлених.

Рельєф - низовина нахилена з півночі на південь. Середній ухил поверхні – 0,6-0,8 м/км. Вододіли являють собою рівнини, які характеризуються наявністю замкнутих улоговин, що мають переважно суфозійне походження – подів. Глибина подів кілька метрів, а їх площа коливається від 3 до 160 км² [12].

У басейні річки розвинуті залишкові слабо- та середньо солонцюваті темно-каштанові ґрунти. В зв'язку із широким поширенням подів темно-каштанові ґрунти зустрічаються в комплексі з іншими ґрунтами. За гранулометричним складом переважають важко- та легко-середньосушлинкові відміни.

Мета досліджень. Мета досліджень – установити хімічний склад води річки, його зміни протягом періоду досліджень; вирішити питання забруднення річки органічними й біогенними речовинами, залишками важких металів, специфічними токсичними речовинами. Передбачено: вивчити склад головних іонів, їх концентрацію й мінералізацію води в часі; визначити її придатність для зрошення [5-9,14, 15]; оцінити забруднення води різними речовинами за методикою [6,8,13].

Методика досліджень. На основі результатів хімічних аналізів води за методикою [14] протягом 1989-1991 та 2005-2012 рр. сформовано банк даних за показниками: уміст головних іонів (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, CO₃²⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻), загальна мінералізація води, величина рН, уміст біогенних речовин (NH₄⁺, NO⁻, NO₃⁻, уміст мінерального фосфору), уміст зважених речовин, кисню (O₂, мг/дм³), кольоровість води, пермангана-

тна й біхроматна окиснюваність (ПО, БО), біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК₅), уміст важких металів (Fe²⁺, Cr⁶⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, Pb²⁺, Ni²⁺, Mn²⁺, Cr, заг., Co²⁺, F), уміст фенолів, уміст нафтопродуктів (НП), уміст синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР). Паралельні статистичні ряди даних хімічних аналізів містять до 32 значень. Загалом за період 2005-2012 рр. у р. Каланчак відібрано й проаналізовано 24 проби води, інші 8 припадають на період 1989-1991 рр.

При вивченні хімічного складу опадів у басейні р. Каланчак використано дані Держгідрометеослужби України, Новікової Г.В. [11] та особисті дані Лозовіцького П.С.

Математико-статистичний аналіз зроблено на персональному комп'ютері з використанням стандартних обчислювальних програм "Excel", «Costat».

Результати досліджень і їх обговорення

Для річки Каланчак характерне змішане живлення: снігове (дощове) – 85-90%, підземне - 10-15% [4, 16, 17].

Річна кількість опадів за останні 50 років коливалася від 260 (1951 р.), 270 (1975 р.) до 620 (1997 р.) мм в рік, у середньому – 400 мм. Коефіцієнт зволоження території басейну в останні 25 років становить 0,74-0,78 при 0,68 за 1951 р. [4, 17].

Середній хімічний склад атмосферних опадів на території басейну річки такий: HCO₃ – 28,13 мг/дм³, SO₄ – 19,66, Cl – 8,41, NO₃ – 2,91, Ca – 8,37, Mg – 2,05, Na – 11,74, K – 1,70, NH₄ – 0,624, загальна мінералізація 81,47,62 мг/дм³. Атмосферні опади мають кислотну реакцію середовища (табл. 1).

Таблиця 1.

Хімічний склад атмосферних опадів басейну р. Каланчак, мг/дм³

Інгредієнти	Уміст, мг/дм ³							Рівень надійності, 95 %
	Мінім.	Максим.	Середній	Медіана	Мода	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	
Опади, мм	2,0	101,60	35,88	29,5	-	7,9	29,39	16,97
Ca ²⁺	2,4	26,60	8,37	5,8	2,4	1,5	6,81	3,19
Mg ²⁺	0,17	4,29	2,05	2,04	1,2	0,28	1,24	0,58
Na ⁺	2,1	54,05	11,74	79	3,5	2,95	13,18	6,17
K ⁺	0	5,19	1,70	1,29	1,2	0,30	1,33	0,62
CO ₃ ²⁻	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO ₃ ⁻	7,32	73,20	28,13	19,08	73,2	4,76	21,27	9,95
SO ₄ ⁻	3,01	75,28	19,66	11,86	-	4,48	20,03	9,38
Cl ⁻	0,42	66,00	8,41	3,01	-	3,28	14,68	6,86
Мінералізація	23,22	215,24	81,47	58,9	-	13,68	61,16	28,62
pH, од.	6,3	7,1	6,66	6,7	6,7	0,06	0,22	0,12
NO ₃	0,92	6,82	2,91	2,1	-	0,79	2,24	1,87
NH ₄	0	1,56	0,624	0,555	0,4	0,159	0,45	0,37
Жорсткість	0,158	1,63	0,59	0,39	-	0,09	0,40	0,19

Отже, разом з атмосферними опадами на поверхню землі басейну річки надходить у середньому за рік 374,762 кг/га солей, в т.ч. 70,950 гідрокарбонатів, 62,691 кг/га сульфатів, 38,686 хлору, 38,502 кальцію, 9,43 магнію, 54,004 натрію, 7,82 калію, 13,809 нітратного азоту, 2,87 кг/га азоту аміаку.

Басейн річки охоплює богарні та зрошувальні землі (в тому числі рисові зрошувальні системи). Русло річки є природною дренажною для потоку ґрунтових, дренажних і напірних підземних вод, що розвантажуються в долину річки. Так, у Каланчацькому районі землі з рівнем залягання ґрунтової води менше 2 м займають 73 % площі, у Чаплинському – 16 % [16].

Фільтраційні втрати із внутрішньої зрошувальної мережі становлять у середньому 0,013-0,139 м³/сек з 1 км, втрати води з магістрального Північ-

нокримського каналу – 3,54 м³/с на 1 п.м [3, 10].

Середньорічна величина випаровування з рівня ґрунтової води при рівні ґрунтових вод (РВГ) до 2 м становила 285 мм/рік при глибині РВГ = 2-5 м – 75 мм/рік. Боковий підземний стік складає 0,003 дм³/с на 1 п.м. [10]

Дренажні води басейну малої річки Каланчак мають мінералізацію 470,2-5528 мг/дм³ при середньоарифметичному значенні 2268,6 мг/дм³ (табл. 2). Води мають переважно натрієво-магнієвий хлоридний склад, рідше натрієвий хлоридний, кальцієво-магнієво-натрієвий гідрокарбонатно-сульфатний та ін. типи.

Дренажні води містять значну кількість біогенних речовин, важких металів, залишків пестицидів та ін. токсичних речовин (табл. 2).

Таблиця 2.

Хімічний склад дренажних вод басейну р. Каланчак за 1988-1999 рр., мг/дм³

Інгредієнти	Уміст, мг/дм ³							Рівень надійності, 95 %
	Мінім.	Максим.	Середній	Медіана	Мода	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	
Ca ²⁺	55,1	453,0	151,39	106,6	80,0	21,70	101,77	45,12
Mg ²⁺	27,4	332,0	141,26	95,2	49,0	21,25	99,69	44,20
Na ⁺	52,0	1038,0	431,12	304,5	-	67,45	316,35	140,26
K ⁺	2,5	23,0	9,13	6,75	3,0	2,82	7,97	6,66
CO ₃ ²⁻	0	15,0	1,66	0	0	0,75	3,52	1,56
HCO ₃ ⁻	153,0	396,0	266,86	244	250	16,90	79,26	35,14
SO ₄ ⁻	40,8	1198,0	561,50	546,95	-	76,61	359,35	159,33
Cl ⁻	88,6	2204,0	711,55	461,5	455,0	129,76	608,61	269,44
Мінералізація	470,2	5528,0	2268,66	1791,95	-	306,72	1438,64	637,85
pH, од.	7,2	8,75	8,00	8,1	8,0	0,11	0,47	0,24
Жорсткість	5,26	49,33	19,19	15,52	-	2,65	12,42	5,51
NO ₃	0	1,17	0,23	0,17	0	0,06	0,27	0,12
NO ₂	0	0,3	0,052	0,035	0,02	0,015	0,072	0,032
NH ₄	0	7,5	1,09	0,5	0	0,34	1,60	0,71
Фосфати	0	0,70	0,13	0,076	0	0,04	0,17	0,08
Прозорість	3,0	30,0	12,66	11	5	1,90	8,07	4,01
Кольоровість	14,0	65,0	33,04	29	28	3,41	14,46	7,19
Зважені речов.	4,0	575,0	90,21	21	13	33,35	141,48	70,36

Інгредієнти	Уміст, мг/дм ³							Рівень надійності, 95 %
	Мінім.	Максим.	Середній	Медіана	Мода	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	
Уміст O ₂	3,2	8,8	6,70	7,585	8,8	0,46	1,95	0,97
ПО	2,99	12,44	6,43	5,6	-	0,82	3,18	1,76
БСК ₅	1,44	3,88	2,38	2,06	1,79	0,19	0,78	0,42
СПАР	0,02	0,21	0,08	0,06	0,06	0,01	0,05	0,03
Fe	0,06	0,63	0,30	0,301	0,63	0,04	0,18	0,09
Cu	0	0,07	0,033	0,03	0,07	0,005	0,022	0,011
Zn	0	0,311	0,035	0,005	0	0,018	0,080	0,039
Mn	0	0,226	0,066	0,045	0	0,015	0,068	0,032
Ni	0	0,009	0,0055	0,065	-	0,0019	0,0038	0,006
Pb	0	0,023	0,0058	0,004	0	0,0016	0,0073	0,035
Co	0	0,06	0,028	0,03	0,03	0,0042	0,0182	0,0088
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0	0,019	0,0027	0,0005	0	0,0011	0,0047	0,0024
F	0,12	0,54	0,38	0,40	0,28	0,028	0,12	0,06
α-ГХЦГ	0	0,0006	0,000057	0	0	0,000038	0,000158	0,000081
Базагран	0	0,06	0,0063	0	0	0,0043	0,0167	0,0093
Пропанід	0	0,02	0,00438	0,002	0	0,00144	0,0063	0,00304
3,4-ДХА	0	0,01	0,00216	0,001	0	0,00065	0,00266	0,00137
Сатурн	0	0,012	0,00179	0	0	0,0007	0,00305	0,00147
Ялан	0	0,01	0,00296	0,002	0	0,00082	0,00338	0,00174
Метафос	0	0,004	0,00063	0	0	0,00029	0,00122	0,00063

Аналогічну мінералізацію й хімічний склад мають підземні й ґрунтові води басейну річки Каланчак (табл. 3).

Таблиця 3.

Хімічний склад ґрунтових і підземних вод басейну р. Каланчак за 1971-2012 рр., мг/дм³

Інгредієнти	Уміст, мг/дм ³							Рівень надійності, 95 %
	Мінім.	Максим.	Середній	Медіана	Мода	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	
Ca ²⁺	44,0	473,0	163,33	154,4	80,0	21,15	101,43	43,86
Mg ²⁺	27,0	399,0	147,53	102,0	-	21,65	103,83	44,90
Na ⁺	75,2	1240,0	472,75	313,0	120,0	72,69	348,62	150,75
K ⁺	0	23,0	8,60	7,9	8	1,70	7,02	3,61
CO ₃ ²⁻	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO ₃ ⁻	98,0	430,0	234,96	230	-	18,03	86,49	37,40
SO ₄ ⁻	87,0	1997,0	712,68	710	-	101,75	487,98	211,02
Cl ⁻	133,3	2204,0	732,93	468	-	127,02	609,18	263,43
Мінералізація	645,0	5564,8	2464,1	1997,0	-	320,75	1538,28	665,19
pH, од.	4,3	8,0	7,28	7,4	7,4	0,28	0,99	0,60
Жорсткість	4,42	49,33	20,31	18,99	-	2,54	12,18	5,27
NO ₃	0	22,0	3,53	0,465	0	1,69	6,76	3,60
NO ₂	0	0,07	0,029	0,0245	0,006	0,0089	0,0282	0,0202
NH ₄	0,08	20,0	2,60	0,25	-	1,63	5,88	3,55

Інгредієнти	Уміст, мг/дм ³							Рівень надійності, 95 %
	Мінім.	Максим.	Середній	Медіана	Мода	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	
Фосфати	0	0,36	0,134	0,118	0	0,043	0,122	0,102
Прозорість	5,0	28,0	12,33	11	5	2,77	8,32	6,40
Кольоровість	4,4	49,0	21,92	19	14	3,16	12,23	6,77
Зважені речов.	4,0	21,0	12,75	13	13	1,85	5,56	4,28
Уміст O ₂	3,8	8,8	7,34	7,7	-	0,50	1,50	1,54
ПО	1,5	5,6	2,87	2,75	-	0,31	1,08	0,69
БСК ₅	1,52	2,72	2,03	1,9	-	0,16	0,42	0,39
СПАР	0,02	0,21	0,081	0,06	0,06	0,023	0,061	0,056
Fe	0,06	0,63	0,185	0,135	0,12	0,043	0,150	0,095
Cu	0	0,12	0,040	0,027	0,20	0,0098	0,0339	0,0216
Zn	0	0,18	0,048	0,0112	0	0,0262	0,0726	0,0762
Mn	0	0,11	0,0304	0,0125	0	0,0118	0,0374	0,0276
Pb	0	0,08	0,0025	0,0005	0	0,00145	0,00356	0,00374
Co	0	0,05	0,0252	0,03	0,03	0,00766	0,0188	0,01969
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0	0,0028	0,00066	0	0	0,00054	0,00122	0,00151
F	0,12	0,60	0,345	0,395	-	0,0969	0,237	0,249
α-ГХЦГ	0	0,00008	0,000011	0	0	0,000011	0,00003	0,000029
Базагран	0	0,03	0,00461	0	0	0,00424	0,0112	0,0104
Пропанід	0	0,02	0,00476	0,0023	0	0,00273	0,00721	0,00667
3,4-ДХА	0	0,004	0,00103	0,0009	0	0,00054	0,00142	0,00131
Сатурн	0	0,0016	0,00037	0	0	0,00025	0,00066	0,00061
Ялан	0	0,01	0,00269	0,0008	0	0,00142	0,00374	0,00346
Метафос	0	0,001	0,00023	0	0	0,00016	0,00041	0,00038

Отже, висока мінералізація дренажних і підземних вод (7 категорія якості), уміст у їх складі забруднювачів хімічного складу аніонів хлору і сульфатів (7 категорія якості), біогенних речовин (5-7 категорія якості), важких металів (3-6 категорії якості), наявність залишків пестицидів, активних синтетичних поверхневих речовин (5 категорія якості) досить суттєво забруднюють воду річки Каланчак.

Сольовий склад та мінералізація води р. Каланчак. Загальна мінералізація води у р. Каланчак за цей період змінювалася від 764,4 мг/дм³ (21.03.2010 р.) до 2116,7 мг/дм³ (28.08.2009) і коливалася за часом (табл. 2). Амплітуда коливання загаль-

ної мінералізації води за період спостережень становить 1352,3 мг/дм³, що в 1,77 рази більше найменшої зареєстрованої. При цьому 14,28 % проб мали мінералізацію до 1000 мг/дм³, 23,8 % - 1000-1500, 47,61 % - 1500-2000, 9,52 % - 2000-2500 мг/дм³. Ця мінливість носить сезонний характер і залежить, в основному, від запасів води у сніговому покриві або об'ємів поверхневого стоку під час дощів та злив. Найменша мінералізація води у річці спостерігається у весняну повінь, якщо вона є (лютий - квітень).

Серед аніонів у воді р. Каланчак (в 16 пробах з 21) переважали сульфати (ще в 5 пробах їх концентрація була найбільшою серед аніонів), а вміст

змінювався від 284,6 мг/дм³ (21.03.2010 р.) до 760 мг/дм³ (22.12.2008 р.). Отже, у всіх 100 % проб води вміст сульфатів переважав ГДК для водойм рибогосподарського

призначення (100 мг/дм³), а в 80,6 % проб – ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (500 мг/дм³) [13].

Таблиця 4.

Кількісна і якісна мінливість головних іонів у воді р. Каланчак за 1989-1990 та 2005-2012 рр., уміст мг/дм³

Інгредієнти	Мінімальний	Максимальний	Середній	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Рівень надійності, 95 %	Середні значення	
							1989-1990	2005-2012
CO ₃ ²⁻	0	15,0	3,88	0,75	4,17	1,53	6,50	2,97
HCO ₃ ⁻	156,0	396,0	267,53	13,78	76,75	28,15	277,56	26404
Cl ⁻	80,6	860,0	296,86	32,33	179,98	66,02	515,15	220,93
SO ₄ ²⁻	155,7	1154,0	569,12	33,90	188,77	69,24	555,43	573,98
Ca ²⁺	68,0	228,4	135,71	6,84	38,06	13,96	148,18	131,37
Mg ²⁺	41,4	243,0	95,11	7,43	41,36	15,17	128,53	85,23
Na ⁺	90,8	519,0	235,22	18,65	103,86	38,09	329,63	202,39
K ⁺	4,2	10,2	7,26	0,39	1,86	0,80	-	7,27
pH	7,8	8,75	8,26	0,05	0,26	0,10	8,43	8,21
Сухий залишок	764,1	3236,0	1605,67	94,81	527,91	193,64	1943,46	1488,18
Уміст %-екв/дм ³								
CO ₃ ²⁻	0	1,00	0,24	0,05	0,26	0,10	0,37	0,20
HCO ₃ ⁻	10,06	27,79	18,54	0,79	4,41	1,62	16,00	19,42
Cl ⁻	19,54	56,77	32,23	1,81	10,09	3,70	47,41	26,95
SO ₄ ²⁻	16,41	59,65	48,99	1,75	9,75	3,57	36,23	53,43
Ca ²⁺	19,70	34,52	28,16	0,69	3,85	1,41	24,33	29,49
Mg ²⁺	20,42	47,27	31,47	0,99	5,53	2,03	32,30	31,18
Na ⁺	32,76	53,79	39,75	0,97	5,40	1,98	43,37	38,50
K ⁺	0	1,00	0,62	0,07	0,38	0,14	-	0,84

Серед катіонів переважаючих не було в жодній пробі (понад 50 %-екв від суми усіх). Найбільший середній уміст у всіх пробах мав натрій, концентрація якого змінювалася від 89,5 мг/дм³ (4.04.2008 р.) до 340,5 мг/дм³ (28.08.2009 р.). У 90,5 % проб води річки уміст натрію перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (120 мг/дм³).

Уміст інших головних іонів змінювався в таких межах: карбонати від 0

до 9,4 (22.08.2007) хлориди – від 80,6 мг/дм³ (4.04.2008 р.) до 378,3 (28.08.2009 р.), гідрокарбонати – від 156 (4.03.2007 р.) до 390 (28.01.2008 р.), кальцій – від 80,2 (4.04.2008 р.) до 175,6 (28.09.2011 р.), магній – від 41,4 (21.03.2010 р.) до 118,8 (28.08.2009 р.), калій – від 4,2 (25.03.2005 р.) до 10,2 мг/дм³ (28.08.2009 р.). При цьому концентрація хлоридів у 14,3 % проб води була вищою за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (300

мг/дм³), кальцію – 76,2 % (120 мг/дм³), магнію – в 100,0 % проб (40 мг/дм³).

Як видно з табл. 3, навіть середньоарифметичні значення вмісту сульфатів, кальцію, натрію й магнію у воді р. Каланчак перевищують ГДК для водойм рибогосподарського призначення.

Величина водневого показника pH води змінювалася у межах 7,9-9,7, тобто мала лужну реакцію середовища.

Хімічний склад води визначають за еквівалентною долею кожного з головних іонів за методикою Альюкіна [1]. За даними табл. 3 можна зробити висновок, що вода річки Каланчак у 2005-2012 рр. мала сульфатний натрієво-кальцієво-магнієвий склад.

Жорсткість води річки Каланчак за період спостережень змінювалась від 7,59 (4.04.2008) до 18,04 (28.08.2009). Середньоарифметичні значення жорсткості води річки за весь період досліджень становили 13,98, що значно вище встановленого ГДК для води питного призначення (ГДК = 7 мг-екв/дм³).

За найменшою сумою іонів 764,4 мг/дм³ вода р. Каланчак належала до прісної олігогалінної 2 класу, 3-ї категорії якості (добра), а за найвищим умістом 2166,7 мг/дм³ – до солонуватої β-мезогалінної 2 класу, 3-ї категорії якості (добра).

Оцінюючи якість води р. Каланчак за екологічними критеріями [8] приходимо до висновку, що за середньоарифметичними значеннями *ступеню мінералізації* вона у 2005-2012 рр. відносилася до солонуватої β-мезогалінної 1 класу 1 категорії (відмінна). *За іонним складом* належала до сульфатного класу, натрієвої групи, другого типу, що відповідає співвід-

ношенню катіонів: HCO₃⁻ < Ca²⁺ + Mg²⁺ < HCO₃⁻ + SO₄²⁻ [1].

Оцінюючи воду річки *за вмістом компонентів сольового складу* приходимо до висновку, що за найменшою концентрацією сульфатів (284,6 мг/дм³) вода належала до 4 класу 6 категорії якості – погана серед олігогалінних, а за найвищим умістом (760 мг/дм³) і за середньоарифметичним значенням (570 мг/дм³) у 2005-2012 рр. до 2 класу 2 категорії якості – дуже добра серед β-мезогалінних.

Оцінка якості води за еколого-санітарними показниками. За еколого-санітарними показниками вода р. Каланчак характеризується так: вміст завислих речовин у воді змінювався від 5,9 до 29,4 мг/дм³, що відповідало в кращому випадку 2 класу 2 категорії якості (чиста), у найгіршому – 3 класу 4 категорії якості (слабо забруднена). *За середньоарифметичним умістом зв'язаних часток* (табл. 3) вода відносилася до 2 класу 3 категорії якості (досить чиста) [8,13].

За *величиною водневого показника pH* вода р. Каланчак змінювалася у межах 7,9-9,7, тобто відносилася до 2-7 категорії якості (від чистої до дуже брудної), а за середньоарифметичним значенням – до 3 класу 5 категорії якості (помірно забруднена).

Концентрація NO₂ у воді річки змінювалася від 0,011 до 0,98 мг/дм³, що відповідає діапазону забруднення від 3 класу 4 категорії (слабо забруднена) до 5 класу 7 категорії (дуже брудна). Крім того, 93,8 % проб води річки мали значення *NO₂* вищі ГДК для водойм рибогосподарського призначення, а 50 % проб – вищі за граничні річні для 7 категорії якості (>0,1 мг/дм³). За середньоарифметичною концентрацією нітритів (0,198 мг/дм³)

вода р. Каланчак у 2005-2012 рр. відноситься до 5 класу 7 категорії якості (дуже брудна).

Це можна пояснити як антропогенним забрудненням стічних вод, які скидаються в річку, так і близьким розташуванням від русла річки рисо-

вих зрошувальних систем, для яких вона є природною дренажною з боковим відтоком води з рисових чеків. Вирощування рису вимагає внесення більш високих норм азотних мінеральних добрив порівняно з незатоплюваними культурами.

Таблиця 5.

Уміст інгредієнтів, що характеризують еколого-санітарний стан води р. Каланчак, мг/дм³

Інгредієнти	Міні-мальний	Максимальний	Середній	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Рівень надійності, 95 %	Середні значення	
							1989-1990	2005-2012
Зважені речовини	5,9	575,0	55,67	19,97	111,180	40,78	166,58	17,09
Прозорість, см	5,0	30,0	15,22	3,45	9,75	8,11	15,22	-
NO ₂ ⁻	0,002	0,980	0,144	0,042	0,216	0,087	0,026	0,196
NO ₃ ⁻	0	15,06	7,184	0,939	4,788	1,934	1,604	9,664
NH ₄ ⁺	0,02	2,346	0,629	0,119	0,574	0,248	0,335	0,787
Фосфати,	0	6,290	0,624	0,279	1,427	0,576	0,202	0,812
CO ₂	1,8	8,8	5,99	0,47	1,92	0,99	-	5,99
O ₂ , мгO ₂ /дм ³	3,5	12,4	8,44	0,42	2,13	0,86	7,20	9,00
Прозорість	5,0	30,0	15,22	3,45	9,76	8,16	15,20	14,82
Кольоровість	14,0	65,0	38,65	5,78	16,36	13,68	38,65	-
ПО	4,61	16,57	8,76	1,36	3,85	3,22	8,65	-
БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³	1,32	17,5	5,97	0,73	3,95	1,50	2,62	7,65
ХСК, мгO ₂ /дм ³	11,3	29,73	18,70	1,11	4,95	2,32	-	18,7
ІЗВ	1,08	9,19	2,83	0,34	1,81	0,70	1,73	3,28

Концентрація NO₃ у воді змінювалася від 2,784 до 15,06 мг/дм³, що у всіх пробах перевищувало значення 5 класу 7 категорії якості (дуже брудна), а в 62,5 % і 50 % проб – ГДК відповідно для водойм рибогосподарського (9 мг/дм³) та господарсько-побутового (10 мг/дм³) призначення. За середнім умістом нітратного азоту (9,794 мг/дм³) вода в 2005-2012 рр. також відноситься до 5 класу 7 категорії якості.

Концентрація NH₄ у воді р. Каланчак змінювалася від 0,128 мг/дм³ (2 клас 2 категорія якості - чиста) до 2,346 мг/дм³ (4 клас 6 категорії якості -

брудна). За вмістом азоту аміаку вода річки Каланчак перевищувала ГДК для водойм рибогосподарського й господарсько-побутового призначення у 50 і 14,3 % проб. За середньоарифметичним умістом азоту аміаку (0,837 мг/дм³) вода відноситься до 3 класу, 5 категорії якості (помірно забруднена, табл. 4).

Концентрація мінерального фосфору (PO₄) змінювалася від 0,098 (3 клас 4 категорії якості) до 6,29 (5 клас 7 категорії якості – дуже брудна) мг/дм³. Середньоарифметичні значення вмісту фосфатів (0,877 мг/дм³) у

воді відповідають 5 класу 7 категорії якості. У 12,5 % проб води вміст фосфатів перевищував ГДК для водойм господарсько-побутового призначення.

Вміст розчиненого кисню у воді змінювався від 3,5 мгO₂/дм³ до 12,4 мгO₂/дм³, що відповідало діапазону мінливості від 7 до 1 категорії якості. За середньоарифметичним умістом кисню вода річки Каланчак у 2005-2012 рр. відносилася до 1 категорії якості.

Біологічне споживання кисню протягом п'яти діб (БСК₅) для окислення органічних речовин, які містяться у воді в аеробних умовах, змінювалося від 2,65 до 17,5 мгO₂/дм³. За середньоарифметичними рівнями споживання кисню (7,2 мгO₂/дм³) вода відноситься до 5 категорії якості.

Хімічне споживання кисню у воді р. Каланчак змінювалося від 11,3 до 29,73 мгO₂/дм³. Середньоарифметичне значення за 2005-2012 рр. 18,7 мгO₂/дм³ перевищує ГДК для водойм рибогосподарського призначення (15,0 мгO₂/дм³).

Розрахунок індексу забрудненості поливної води **за обмеженим числом інгредієнтів свідчить, що середньоарифметичні її значення відповідають 4 категорії якості – слабо забруднена [7,12].**

Отже, вода р. Каланчак за показниками, які характеризують її еколого-санітарний стан, відноситься до 4-7 категорії якості.

Оцінка якості поливної води за специфічними показниками токсичної дії. Оцінка якості води за специфічними показниками токсичної дії здійснюється за наявності й умісту у воді таких інгредієнтів: ртуть, кадмій, мідь, цинк, свинець, хром, нікель, залізо, марганець, алюміній, фториди, ціаніди, нафтопродукти, феноли, синтетичні

поверхнево-активні речовини, хлорорганічні та фосфорорганічні пестициди.

Мідь виявлено в 100 % проб води у концентраціях 0,001-0,069 мг/дм³ при середньоарифметичній концентрації 0,0209 мг/дм³, що відповідає 5 категорії якості (табл. 6).

Цинк виявлено в 91,7 % проб води. Концентрація його у воді річки змінювалася від 0 до 0,028 мг/дм³ і за середньоарифметичним екологічним показником (0,0116 мг/дм³) відносилася до 2 категорії якості – чистої.

Хром шестивалентний виявлено в 100 % проб води у концентраціях 0,01-0,05 мг/дм³, уміст якого не регламентується.

Вміст заліза виявлено в 100 % проб води. Концентрація загального заліза змінювалася від 0,045 до 0,63 мг/дм³ при середньоарифметичному значенні 0,242 мг/дм³, що відповідає 4 категорії якості – слабо забрудненої за вмістом заліза (табл. 4).

Марганець виявлено в 96,7 % проб води, що аналізувалися, в концентраціях 0-0,235 мг/дм³ при середньоарифметичному значенні 0,083, що відповідає 4 категорії якості – слабо забрудненої [8,13].

Нікель виявлено в усіх пробах поливної води у концентраціях 0,005-0,205 мг/дм³. Екологічна оцінка за середньоарифметичним умістом нікелю свідчить, що вода відноситься до 7 категорії якості – дуже брудної.

Наявність **свинцю** у воді каналів зрошувальної системи виявлено у 40 % проб у концентраціях 0-0,023 мг/дм³. За середньоарифметичними екологічними значеннями вода відноситься до 3 категорії якості – слабо забрудненої.

Кобальт виявлено в 89,5 % проб у концентраціях 0-0,06 мг/дм³ при серед-

ньюарифметичному значенні 0,028 мг/дм³. Методики екологічної оцінки води за вмістом кобальту не розроблено.

Фториди виявлено в 84 % проб води у концентраціях 0,23-0,64 мг/дм³.

Екологічна оцінка за середньоарифметичним вмістом фторидів (0,42 мг/дм³) свідчить, що вода відноситься до 5 категорії якості – помірно забрудненої [8].

Таблиця 6.

Уміст специфічних токсичних речовин у воді р. Каланчак, мг/дм³

Інгредієнти	мінімальний	максимальний	середній	стандартне відхилення	коефіцієнт варіації	ГДК для поливної води
Cu	0,001	0,030	0,011	0,003	0,011	0,006
Zn	0	0,028	0,014	0,002	0,008	0,004
Fe	0,045	0,42	0,24	0,02	0,10	0,05
Cr ³⁺	0,01	0,05	0,043	0,004	0,015	0,009
Cr ⁶⁺	0,01	0,05	0,043	0,004	0,015	0,009
Ni	0,005	0,205	0,122	0,019	0,078	0,042
Mn	0,029	0,235	0,086	0,018	0,063	0,041
Pb	0	0,023	0,0058	0,002	0,007	0,0035
Co	0	0,060	0,028	0,004	0,018	0,009
Cd	0	0,019	0,0027	0,0011	0,0047	0,0024
F	0,23	0,64	0,42	0,03	0,11	0,05
Феноли	0	0,008	0,0025	0,0004	0,002	0,0008
НП	0,008	0,110	0,055	0,011	0,033	0,025
СПАР	0,002	0,060	0,029	0,005	0,019	0,011
Базагран	0	0,06	0,0063	0,0043	0,0167	0,0092
Пропанід	0	0,02	0,0044	0,0014	0,0063	0,0030
3,4 ДХА	0	0,01	0,0021	0,00065	0,0026	0,0014
Ялан	0	0,01	0,0029	0,00082	0,0033	0,0017
а-ГХЦГ	0	0,0006	0,000057	0,000038	0,000158	0,000081
Метафос	0	0,004	0,000625	0,000295	0,00121	0,000626

Вміст нафтопродуктів у воді каналів зрошувальної системи змінювався від 0,008 до 0,11 мг/дм³. За середньоарифметичними значеннями вмісту нафтопродуктів вода відносилася до 4 категорії якості - слабо забруднена [8,13].

Вміст фенолів у воді змінювався від 0 (17,85 % проб) до 0,008 мг/дм³. За середньоарифметичним вмістом фенолів (0,0025 мг/дм³) вода відноситься до 5 категорії якості - помірно забруднена (табл. 6).

Вміст синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) у воді змінювався від 0,002 до 0,060 мг/дм³.

За середньоарифметичними показниками вмісту СПАР воду відносили до 4 категорії якості (слабко забруднена) [8].

Частина проб води містила залишки пестицидів або продукти їх розкладання – метаболіти. Так, вміст α -ГХЦГ виявляли найбільш часто - в 57,5 % проб, а ДДТ найрідше, всього – в 17,1 % проб.

Сумарний вміст хлорорганічних пестицидів (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ, ДДЕ й ін.) у воді змінювався від 0 до 0,00028 мг/дм³. За вмістом хлорорганічних пестицидів вода у найгіршому стані відносилася до 3 категорії якості

(досить чистої), в інших випадках – до чистої [8]. У поодиноких пробах води виявляли вміст гексахлорану та ліндану в кількостях до 0,000005 та 0,000003 мг/дм³.

Іригаційна оцінка якості поливної води.

61,9 % проб води річки мали вміст гідрокарбонатів вищий за 3,5 мг-екв/дм³, тобто вона загрозлива відносно токсичної дії на рослини при зрошенні. При цьому державний стандарт на поливну воду не допускає вмісту карбонатів, а їх вміст виявлено в 52,5 % проб.

Оцінка якості води за *методикою Буданова* свідчить, що співвідношення Σ іонів /Ca+Mg змінюється від 2,75 до 3,23, середньоарифметичне – 2,93. Усі проби води мають значення нижчі за 4, тобто вода не загрозлива для засолення зрошуваних ґрунтів.

За загрозою натрієвого осолонцювання ($Na^+/Ca^{2+} > 1,0$) іригаційні коефіцієнти змінюються в межах 0,55-1,00 (табл. 7). Не виявлено проб води, які мають відношення $Na^+/Ca^{2+} \geq 1,0$, тобто вода придатна для зрошення і не загрозлива для натрієвого осолонцювання зрошуваних ґрунтів [5].

Таблиця 7.

Іригаційна оцінка зрошувальної води р. Каланчак

Інгредієнти	Значення			стандартна похибка	Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації
	мінімальне	максимальне	середнє			
Екв Cl	4,69	17,58	10,65	0,74	3,38	1,54
Na/Ca, од.	0,55	1,00	0,74	0,02	0,11	0,05
Na/Ca+Mg, од.	0,35	0,60	0,45	0,01	0,06	0,03
Σ іонів /Ca+Mg, од.	2,75	3,23	2,93	0,03	0,13	0,06
(Mg/Ca+Mg)*100, %	33,38	44,35	38,33	0,72	3,29	1,50
SAR, од	2,24	4,75	3,50	0,16	0,74	0,34
HCO ₃ -Ca, од	-8,40	-1,62	-5,22	0,39	1,80	0,82
Na+K/ Σ катіонів, %	26,19	37,11	30,79	0,64	2,93	1,33
(Ca+Mg)/Na, од	1,67	2,78	2,25	0,06	0,30	0,14
aNa/NaCa	0,18	0,23	0,21	0,003	0,015	0,007

Співвідношення $Na^+/Ca^{2+} + Mg^{2+}$ у воді каналів зрошувальної системи змінюється від 0,35 до 0,60 (табл. 7). При цьому 100 % проб води мали значення відношення $Na^+/Ca^{2+} + Mg^{2+}$ менше 0,7, тобто незагрозливі для осолонцювання зрошуваних ґрунтів.

Іригаційна оцінка якості поливної води за загрозою магнієвого осолонцювання зрошуваних ґрунтів свідчить, що вміст магнію до суми магнію та кальцію змінювався від 33,4 до 44,4 % (табл. 4.13). При цьому немає проб

води з відношенням $Mg^{2+}/Ca^{2+} + Mg^{2+}$ більше 50 %, тобто вода не загрозлива щодо магнієвого осолонцювання зрошуваних ґрунтів.

Виконана іригаційна оцінка води за коефіцієнтом SAR [15] свідчить, що він змінюється від 2,24 до 4,75 (табл. 5). При цьому не відмічено жодної проби води, яка б мала значення SAR вище за 8, тобто вода не загрозлива для засолення й натрієвого осолонцювання ґрунтів.

За оцінкою Можейко й Воротнік вода також не загрозлива для осолон-

цювання ґрунтів, коли відношення $\text{Na}^+ + \text{K}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+)$ є меншим за 65 % [9].

Відношення активного натрію до кореня квадратного із величини активного кальцію у воді змінюється в межах 0,18-0,23, тобто всі проби води не загрозливі для осолонцювання

Отже, за Державним стандартом

України на поливну воду та більшістю методів іригаційної оцінки вода придатна для зрошення й не вимагає поліпшення хімічного складу шляхом внесення кальцієвих солей.

Результати оцінки якості води річки Каланчак за вмістом *токсичних солей в еквівалентах хлору* [7] наведені в таблиці 8.

Таблиця 8.

Склад і кількість гіпотетичних солей у воді р. Каланчак, мг-екв/дм³

Гіпотетичні солі	Значення			Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Рівень надійності, 95 %
	мінімальне	максимальне	середнє			
Na ₂ CO ₃	0	0,16	0,05	0,01	0,05	0,03
Ca(HCO ₃) ₂	2	2	2	0	0	0
Mg(HCO ₃) ₂	0,56	4,39	2,16	0,27	1,22	0,56
NaHCO ₃	0	0	0	0	0	0
KHCO ₃	0	0	0	0	0	0
CaSO ₄	2,41	11,27	7,39	0,56	2,59	1,17
CaCl ₂	0	0	0	0	0	0
MgSO ₄	1,49	5,04	3,50	0,23	1,05	0,48
MgCl ₂	0	0,44	0,04	0,02	0,11	0,05
Na ₂ SO ₄	0	3,39	0,99	0,20	0,90	0,41
NaCl	2,15	10,27	5,84	0,47	2,17	0,99
KCl	0,11	0,26	0,18	0,01	0,04	0,02

Води містять велику кількість таких гіпотетичних солей як CaSO₄, NaCl, значно меншу кількість MgSO₄, ще меншу Mg(HCO₃)₂, Ca(HCO₃)₂, Na₂SO₄. При цьому лише 37,5 % проб води мали вміст токсичних солей в еквівалентах хлору менше 10 мг-екв/дм³, тобто придатні для зрошення.

Отже, за більшістю методів іригаційної оцінки вода р. Каланчак придатна для зрошення і не вимагає поліпшення хімічного складу шляхом внесення кальцієвих солей.

Висновки

Для басейну річки Каланчак характерне змішане живлення, яке на 85-

90% складається з атмосферних опадів і на 10-15% з підземного стоку. Річна кількість опадів за останні 50 років коливалася від 260 (1951 р.), 270 (1975 р.) до 620 (1997 р.) мм в рік, у середньому – 400 мм. Коефіцієнт зволоження території басейну в останні 25 років становить 0,74-0,78, при 0,68 за 1951 р.

Мінералізація атмосферних опадів за останні 60 років змінювалася від 23,2 до 215,2 мг/дм³. Середній хімічний склад атмосферних опадів на території басейну річки такий: HCO₃ – 28,13 мг/дм³, SO₄ – 19,66, Cl – 8,41, NO₃ – 2,91, Ca – 8,37, Mg – 2,05, Na – 11,74, K – 1,70, NH₄ – 0,624, загальна мінералізація 81,47,62 мг/дм³. Атмос-

ферні опади мають кислотну реакцію середовища.

Разом з атмосферними опадами на поверхню землі басейну річки надходить у середньому за рік 374,762 кг/га солей, в т.ч. 70,950 – гідрокарбонатів, 62,691 кг/га – сульфатів, 38,686 – хлору, 38,502 – кальцію, 9,43 – магнію, 54,004 – натрію, 7,82 – калію, 13,809 – нітратного азоту, 2,87 кг/га – азоту аміаку.

Русло річки є природною дренажною для потоку ґрунтових, дренажних і напірних підземних вод, що розвантажуються в долину річки. Фільтраційні втрати із внутрішньої зрошувальної мережі становлять у середньому 0,013-0,139 м³/с з 1 км. Втрати води з магістрального Північнокримського каналу становлять 3,54 м³/с на 1 п.м [3, 10]. Боковий підземний стік – 0,003 дм³/с на 1 п.м.

Дренажні води басейну малої річки Каланчак мають мінералізацію 470,2-5528 мг/дм³ при середньоарифметичному значенні 2268,6 мг/дм³. Води мають переважно натрієво-магнієвий хлоридний склад, рідше натрієвий хлоридний, магнієвий сульфатно-хлоридний, кальцієво-магнієво-натрієвий гідрокарбонатно-сульфатний та ін. типи. Дренажні води містять значну кількість біогенних речовин, важких металів, залишків пестицидів та ін. токсичних речовин. Аналогічний склад і мінералізацію мають ґрунтові й підземні води басейну річки Каланчак. Між водоносними горизонтами ґрунтових і підземних вод часто відсутні місцеві водотриви.

Загальна мінералізація води р. Каланчак змінювалася від 764,4 до 2116,7 мг/дм³, мала сульфатний натрієво-кальцієво-магнієвий склад.

За середньоарифметичними значеннями *ступеню мінералізації* вода у 2005-2012 рр. відносилася до соло-

нуватої β-мезогалинної 1 класу 1 категорії (відмінна). *За іонним складом* відносилися до сульфатного класу, натрієвої групи, другого типу, що відповідає співвідношенню катіонів: HCO₃⁻ < Ca²⁺ + Mg²⁺ < HCO₃⁻ + SO₄²⁻.

За вмістом компонентів сольового складу за найменшої концентрації сульфатів (284,6 мг/дм³) вода відносилася до 4 класу, 6 категорії якості – погана серед олігогалинних, а за найвищим вмістом (760 мг/дм³) і за середньоарифметичним значенням (570 мг/дм³) у 2005-2012 рр. до 2 класу 2 категорії якості – дуже добра серед β-мезогалинних.

За середньоарифметичним вмістом зв'язаних часток вода відносилася до 2 класу 3 категорії якості (досить чиста).

За величиною водневого показника рН вода р. Каланчак змінювалася у межах 7,9-9,7, тобто відносилася до 2-7 категорії якості (від чистої до дуже брудної), а за середньоарифметичним значенням – до 3 класу 5 категорії якості (помірно забруднена).

За середньоарифметичною концентрацією нітритів (0,198 мг/дм³) та нітратного азоту (9,794 мг/дм³) вода р. Каланчак у 2005-2012 рр. відноситься до 5 класу 7 категорії якості (дуже брудна).

За середньоарифметичним вмістом азоту аміаку (0,837 мг/дм³) вода відноситься до 3 класу 5 категорії якості (помірно забруднена).

Середньоарифметичні значення вмісту фосфатів (0,877 мг/дм³) у воді відповідають 5 класу 7 категорії якості.

Біологічне споживання кисню протягом п'яти діб (БСК₅) для окислення органічних речовин, які містяться у воді в аеробних умовах змінювалося від 2,65 до 17,5 мгО₂/дм³. За середньоарифметичними рівнями спо-

живання кисню ($7,2 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$) вода відноситься до 5 категорії якості.

Розрахунок індексу забрудненості води річки Каланчак за обмеженим числом інгредієнтів свідчить, що середньоарифметичні значення відповідають 4 категорії якості – забруднена.

Вода річки Каланчак містить речовини токсичної дії - ртуть, кадмій, мідь, цинк, свинець, хром, нікель, залізо, марганець, алюміній, фториди, нафтопродукти, феноли, синтетичні поверхнево-активні речовини, хлорорганічні та фосфорорганічні пестициди.

За Державним стандартом України на поливну воду та більшістю методів іригаційної оцінки вода придатна для зрошення ґрунтів і не вимагає поліпшення хімічного складу шляхом внесення кальцієвих солей.

Води містять велику кількість таких гіпотетичних солей як CaSO_4 , NaCl , значно меншу кількість MgSO_4 , ще меншу $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, Na_2SO_4 . При цьому лише 37,5 % проб води мали уміст токсичних солей в еквівалентах хлору менше 10 мг-екв/дм³, тобто придатні для зрошення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алёкин О.А. К вопросу о химической классификации природных вод [Текст] / О.А. Алёкин // Вопросы гидротехники. - Л.: Гидрометиздат, 1946. - 240 с.
2. Антипов-Каратаев Н.И. Методика мелиоративной оценки оросительных вод / Н.И. Антипов-Каратаев, Г.М. Кадер // М., Почвоведение, 1959, № 2, - с. 96-100.
3. Барщевский Н.Е. Некоторые итоги исследований дренажного стока в зоне Северо-Крымского канала / Н.Е. Барщевский, В.В. Внучков, Ю.А. Чирва // Гидротехника и мелиорация. - 1983. - № 6. - С.69-73.
4. Бойко П. М. Особливості та місце Херсонщини в екомережі України / П. М. Бойко, М. Ф. Бойко // Екологія та ноосферологія. 2005. Т. 16, № 3.4. - С. 52-62
5. Буданов М.Ф. Система и состав контроля за качеством природных и сточных вод при использовании их для орошения / М.Ф. Буданов // Киев.: Урожай, 1970. - 48 с.
6. Ведомственный нормативный документ. Качество воды для орошения. Экологические критерии. Государственный комитет Украины по водному хозяйству. ВНД 33-5..5-02-97. Введен с 01.04.1998 г. Харьков., 1998. - 15 с.
7. Государственный стандарт Украины. Качество природной воды для орошения. Агрономические критерии. ДСТУ 2730-94. Веденный с 1.01.1995 г. Киев., 1994. - 14 с.
8. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. - К., 2001. - 48 с.
9. Можейко А.М. Гипсование солонцеватых каштановых почв УССР, орошаемых минерализованными водами / А.М. Можейко, Т.К. Вороник // Тр. Укр. НИИ почвоведения, т. 3, С. 111-208.
10. Обеспечение экологической надежности мелиоративных объектов / Под ред. Б.П. Карука // Киев: Урожай, 1987. - 224 с.
11. Новикова Г.В. До питання про значимість аеральних солей в осолонцюванні ґрунтів Причорномор'я / Г.В. Новикова // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 73.- Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н.Соколовського, 2010.- С. 31-41.
12. Природа Херсонської області: Фізико-географічний нарис / Відп. ред. М.Ф.Бойко / К.: Фітосоціоцентр, 1998. - 120 с.
13. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К.: «Ніка-Центр», 2001. - 264 с.
14. Унифицированные методы анализа вод СССР [Текст]. - Л.: Гидрометеиздат, 1978. - 144 с.
15. Циркуляр № 969 Департамента сельского хозяйства США. Классификация оросительной воды (сокр. пер. с англ), 1955.
16. Чорний С.Г. Екологія Херсонщини / С.Г.Чорний, М.Ф. Бойко // Херсон: Терра, 2001. - 254 с.
17. Чорний С. Г., Сучасні зміни клімату на Херсонщині / С. Г. Чорний, Г.І. Тищенко, Н. С. Куваліна // Вісник аграрної науки. - 2004. - № 2. - С.32-39.

УДК 504.453:577.4

ЕКОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ СЕЙМУ НА КОРДОНІ З РОСІЄЮ ТА ТРАНСКОРДОННЕ ПЕРЕНЕСЕННЯ РЕЧОВИН СТОКОМ

Лозовіцький П.С.¹, Лозовіцький А.П.²

¹Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ

Lozovitskii@gmail.com;

ТОВ «Географіка»,

вул.. Голосіївська, 18, 03039, м. Київ

Наведено результати хімічного складу й мінералізації води Сейму за періоди 1967-1970, 1971-1979, 1993-1995, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2013 рр. та екологічної оцінки якості води за критеріями забруднення компонентами сольового складу, еколого-санітарними показниками та умістом специфічних речовин токсичної дії. Розраховано індекс забруднення води та загальна оцінка її забруднення за сукупністю показників.

Экологическая оценка качества воды Сейма на границе с Россией и трансграничное перенесение веществ со стоком. Лозовицкий П.С., Лозовицкий А.П. Приведены результаты химического состава и минерализации воды Сейма за периоды 1967-1970, 1971-1980, 1997-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2013 гг. и экологической оценки качества воды по критериям солевого состава, эколого-санитарным показателям и содержанию специфических веществ токсического действия. Рассчитаны индекс загрязнения воды и общая оценка её загрязнения по совокупности показателей.

Environmental assessment of water quality in Seym town the border with Russia and the cross-border substances transfer with the drain. Lozovitsky P.S., Lozovitsky A.P. Comparative results of chemical composition and water salinity in Seym town are given for the periods of 1967-1970, 1971-1979, 1993-1995, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2013. Over the same periods, the article presents the results of environmental assessment of water quality on criteria of components of the salt content pollution, environmental sanitation indexes and content of specific substances toxic effects. Index of water pollution was calculated and the overall assessment of pollution was made by the whole set of indicators.

Сейм утворюється від злиття двох річок — Сіми і Сімиці у Белгородській обл. Росії: протікає через Середньоруську височину (Белгородська й Курська обл. Росії) і Придніпровську низовину (Сумська й Чернігівська обл. України). перетинає російсько-український кордон на схід від села Бояро-Лежачі, тече переважно на захід (місцями змінює напрям на південний

або північний). а у пригірловій частині — переважно на північний захід, впадає до Десни на схід від села Мале Устя, що на південний схід від смт. Сосниці.

Довжина Сейму становить 748 км (у межах України — близько 250 км), площа басейну — 27500 км². Сейм є лівою й найбільшою притокою Десни. Долина асиметрична, завширшки до

4 км, місцями 9—12 км. Переважна ширина русла 80—100 м, завглибшки 4—5 м. Русло звивисте, розгалужене, супроводжується численними старицями і заплавними озерами. Правий берег високий (до 40 м), стрімкий, розчленований балками і ярами, лівий — пологий (заввишки 5—10 м). Заплава переважно лівостороння завширшки понад 2 км. Похил річки 0,2 м/км.

Течія повільна 0,3-0,4 м/с, на перекатах — до 0,7 м/с. Висота витоку 178 м, устя — 112 м над рівнем моря. Падіння ріки становить 66 метрів, ухил річки — 0,095 м/км. Середня річна витрата води поблизу Рильська — близько 70 м³/с, а поблизу с. Мутин Кролевецького району Сумської області (105 км від устя) — 99,6 м³/сек. Живлення переважно снігове, 35-40% стоку формується підземними водами. До 70-80 % річного стоку формується у весняний період. Замерзає в кінці листопада — в грудні, скресає в кінці березня — на початку квітня. У пониззі річка судноплавна. Весняний паводок продовжується близько 70 днів [2,3, 4-9].

Сейм має притоки Свапа, Амонька, Клевень (праві); Осога, Снагость, Вир, Чаша, Єзуч, Кукілка (ліві).

На річці розташовані міста Курчатов, Льгов, Рильськ (Росія), Путивль, Батурін (Україна).

Мета досліджень – установити якість води р. Сейм, виявити закономірності її зміни у часі в пункті спостережень Сейм – Тьоткіно (1967-1979 та 1993-2012 рр.), та динаміку зміни складу головних іонів, їх концентрацію й мінералізацію води в часі [13,16,17,18,19].

Методика досліджень. Для встановлення основних закономірностей

формування й зміни інгредієнтів хімічного складу води річки Сейму у просторово-часовому вимірі та виявлення впливу на ці показники господарської діяльності людини створено банк даних у пунктах Сейм – кордон з Росією, Сейм – Мутін, Сейм – гирло за показниками: вміст головних іонів (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, CO₃²⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻), загальна мінералізація води, величина рН, уміст біогенних речовин (N-NH₄⁺, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻), загального азоту й фосфору, мінерального фосфору (P-PO₄³⁻), зважених речовин, кисню (O₂, мг/дм³), прозорість і кольоровість води, перманганатна й біхроматна окиснюваність (ПО, БО), біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК₅), хімічне споживання кисню (ХСК), вміст важких металів і мікроелементів (Fe³⁺, Cr³⁺, Cr⁶⁺, Zn²⁺, Ni²⁺, Cu²⁺, Al³⁺, Mn²⁺, Co²⁺, Pb²⁺, As³⁺, Hg²⁺, Cd²⁺, F й ін.), фенолів (Phen), нафтопродуктів (НП), синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР). Для формування банку даних використано результати хімічних аналізів спостережень на стаціонарних гідрохімічних постах у системі Держгідрометслужби України, р. Сейм – с. Тьоткіно (1938-2012 рр.) й притоків [3-9, 14, 15, 20]. За результатами досліджень авторами визначено паралельні статистичні ряди даних хімічного аналізу води – для р. Сейм - с. Мутіно - 360 значень, Сейм – с. Тьоткіно (166 значень), Сейм – гирло (162 значення).

Математико-статистичний аналіз зроблено на персональному комп'ютері з використанням стандартних обчислювальних програм "Excel", «Costat».

Оцінка сольового складу поверхневих вод передбачає визначення галіновості за ступенем мінералізації, класу

(за переважаючими аніонами), групи (за переважаючими катіонами), типу вод (за співвідношенням між іонами), а також ступеня їх антропогенного забруднення хлоридами й сульфатами [13].

Результати досліджень

Сольовий склад та мінералізація води. Формування якості води найбільш повноводної притоки Десни р. Сейм відбувається як на суміжній території Росії (біля 70 % стоку) та на території України із загальною витратою води в гирлі близько 100 м³/с або 3,134 км³ за рік.

Хімічний склад води р. Сейм на кордоні з Росією вивчали в 1967-1979 рр. та продовжили з 1993 по 2013 р. За цей період загальна мінералізація води змінювалася від 284,5 мг/дм³ (17.04.2003) до 700,2 мг/дм³ (23.06.1972) й мала значні коливання в часі (рис. 1). Так, весною 1973 р. коли-

вання мінералізації води Сейму протягом двох місяців перевищували 100 %: від 303,5 мг/дм³ (13.03.1973) до 679 мг/дм³ (23.05.1973). Аналогічне за масштабами, майже подвійне зниження мінералізації води в Сеймі спостерігали в зимово-весняний період 1998, 2003, 2010 рр. На рисунку показано, що максимальні піки загальної мінералізації води (близько 650 мг/дм³) у річці Сейм спостерігалися у різні періоди (1972, 1977, 1995, 2006, 2007, 2008, 2010 роки), частіше – у період зимової межени. Мінімальні значення мінералізації води і вмісту головних іонів (близько 350 мг/дм³ і менше) спостерігали переважно в період весняного водопілля або затяжних літньо-осінніх дощів.

Узагальнені результати математико-статистичної обробки даних хімічних аналізів води Сейму на кордоні з Росією за весь період досліджень наведено в табл. 1.

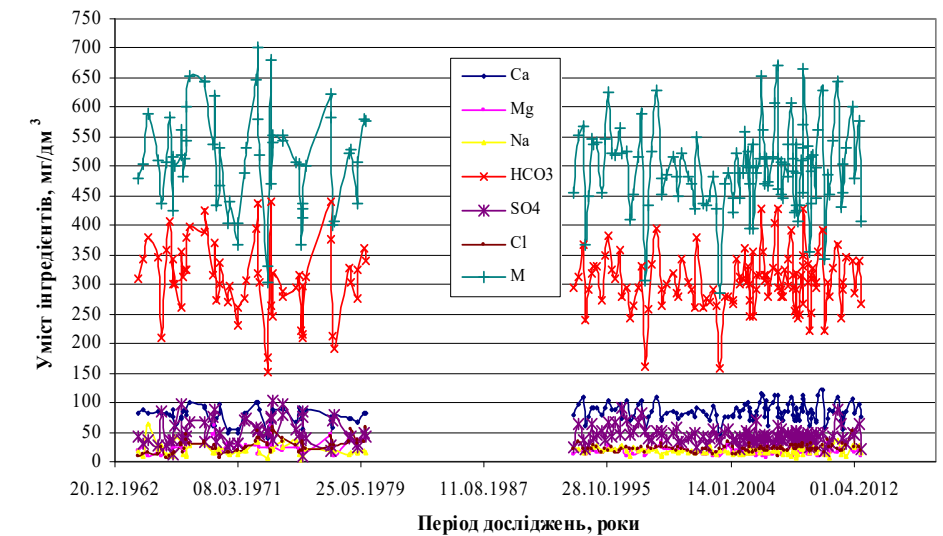


Рис. 1. Динаміка зміни в часі хімічного складу води р. Сейм – кордон з Росією

Таблиця 1.

Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості головних іонів та мінералізації води р. Сейм

Показники	Середнє значення	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максимальне значення	Рівень надійності (95%)
Сейм – кордон з Росією, 1967-1979 та 1993-2012 рр., 208 значень						
CO ₃ ²⁻ , мг/дм ³	1,28	0,22	2,83	0	15,0	0,43
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	305,67	4,17	53,71	152,0	440,0	8,23
Cl ⁻ , мг/дм ³	23,80	0,69	8,93	6,0	58,0	1,37
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	45,96	1,29	16,72	9,9	104,6	2,56
Ca ²⁺ , мг/дм ³	82,33	1,21	15,55	38,9	120,2	2,38
Mg ²⁺ , мг/дм ³	20,69	0,72	9,33	6,4	60,8	1,43
Na ⁺ , мг/дм ³	19,26	0,55	7,12	1,8	41,8	1,09
K ⁺ , мг/дм ³	4,11	0,10	1,10	1,8	8,3	0,20
Заг. мін., мг/дм ³	500,58	5,93	76,42	284,5	700,2	11,71
pH, од.	7,86	0,04	0,53	6,0	8,7	0,08
Жорсткість, мг-екв/дм ³	5,82	0,07	0,92	3,07	8,38	0,14

Розподіл показників у варіаційних рядах головних іонів і загальної мінералізації води Сейму не нормальний, а близький до нормального або логнормального розподілу ймовірностей. Наприклад, уміст домінуючого серед катіонів кальцію у річці Сейм змінювався від 38,9 (15.03.1973) до 120,2 мг/дм³ (2.03.2010). Концентрація кальцію в жодній з проб води Сейму не перевищувала ГДК для водойм рибогосподарського призначення. При цьому різні варіанти умісту кальцію при статистичному аналізі дають такі результати: 37-46,5 мг/дм³ – 3 значення або 1,81 %; 46,5-56 – 9 значень або 5,42 %; 56-65,5 – 10 значень або 6,02 %; 65,5-75,0 – 36 значень або 21,69 %; 75,0-84,5 – 50 значень або 30,12 %; 84,5-94,0 – 24 значення або 14,46 %; 94,0-103,5 – 20 значень або 12,05 %; 103,5-113,0 – 12 значень або 7,23 %; 113,0 – 122,5 мг/дм³ – 2 значення або 1,2 % (рис. 2).

Аналогічно розподілилися й інші головні катіони. Уміст магнію за ці роки змінювався від 6,4 (15.04.1998 р., 23.05.2006 р.) до 60,8 мг/дм³ (21.08.1968 р.). При цьому уміст магнію в 6 пробах з 166 або в 3,61 % перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (40 мг/дм³). Концентрація магнію у воді Сейму має такий розподіл у варіаційному ряді: 6-12,1 мг/дм³ – 15 значень або 9,04 % проб; 12,1-18,2 – 74 (44,58 %); 18,2-24,3 – 36 (21,69 %); 24,3-30,4 – 14 (8,43 %); 30,4-36,5 – 18 (10,84 %); 36,5-42,7 та 42,7-48,8 по 3 (по 1,8 %); 48,8-54,9 – 1 (0,6 %); 54,9-61 мг/дм³ – 2 значення або 1,2 % проб води (рис. 2).

Концентрація натрію у воді Сейму змінювалася від 1,8 (12.05.1975 р.) до 41,8 мг/дм³ (21.07.1972), тобто в жодній з проб не перевищувала ГДК для водойм рибогосподарського призначення.

Розподіл даних у варіаційному ряді Na²⁺ для Сейму має вигляд: 1,5-6 мг/дм³ – 2 значення або 1,2 % проб води; 6,0-10,5 – 13 (7,83 %); 10,5-15,0 – 40 (24,09 %); 15,0-19,5 – 55 (33,13 %); 19,5-24,0 – 25 (15,06 %); 24,0-28,5 – 14 (8,43 %); 28,5-33,0 – 7 (4,22 %); 33,0-37,5 – 8 (4,22 %); 37,5-42,0 мг/дм³ – 2 значення або 1,2 % проб води (рис. 2).

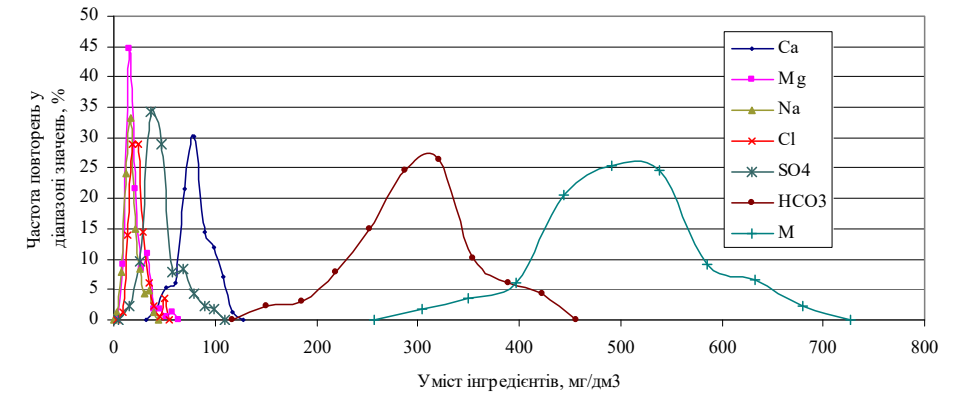


Рис. 2. Гістограми розподілу й частота повторень іонів хімічного складу води р. Сейм – кордон з Росією

У пробах води Сейму концентрація калію змінювалися від 1,8 (18.10.2010) до 8,3 мг/дм³ (28.03.2011). Для цього показника ГДК не встановлено.

Відсотково-еквівалентна форма вираження даних хімічних аналізів важлива для подальшої характеристики досліджуваної води – визначення класу, групи за переважаючими аніонами й катіонами.

Дослідження показали, що кальцій за %-екв умістом був переважаючим катіоном в 147 пробах води з 166 тобто в 88,55 % проб, магній – 4 (2,4 %), натрій – не переважав у жодній з проб. В 15 пробах води переважаючого катіону не було, але в 11 з них найбільшим був уміст кальцію, в 4 пробах – магнію. При цьому %-екв уміст кальцію в пробах води Сейму змінювався від 35,02 % (21.08.1969 р.) до 78,78 % (23.05.2006 р.), магнію – від 7,96 % (23.05.2006 р.) до 58,02 % (21.08.1968

р.), натрію – від 1,56 % (12.05.1975) до 23,32 % (21.07.1972 р.), калію – від 0,65 % (18.10.2011р.) до 3,35 % (9.06.2009 р.). Визначено середньоарифметичний %-екв умісту головних катіонів у воді Сейму: Ca²⁺ – 61,85 %, Mg²⁺ – 25,33 %, Na⁺ – 11,68 %, K⁺ – 1,13 %.

Серед аніонів у всіх пробах води Сейму на кордоні з Росією переважали гідрокарбонати – 152,0 (14.03.1973 р.) до 440,0 мг/дм³ (23.05.1973 р.). Розподіл показників у варіаційному ряді HCO₃⁻ для Сейму має такий вигляд: 150-183 мг/дм³ – 4 значення або 2,4 % проб води, 183-216 – 4 (2,4 %), 216-249 – 11 (6,63 %), 249-282 – 35 (21,1 %), 282-315 – 43 (25,9 %), 315-348 – 39 (23,5 %), 348-381 – 15 (9 %), 381-414 – 8 (4,8 %), 414-447 мг/дм³ – 7 значень або 4,2 % проб води (рис. 2).

Концентрація сульфатних іонів у воді р. Сейм змінювалося від 9,9

(9.07.75 р.) до 104,6 мг/дм³ (12.07.1973 р.). Лише в 1 пробі води з 166 уміст сульфатів був вищим за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (100 мг/дм³). Для водойм господарсько-побутового призначення граничний уміст сульфатів 500 мг/дм³. Отже, за цим показником вода є незагрозованою для водопостачання.

Вміст сульфатів у воді Сейму розподілювався так: 9,5-20,1 мг/дм³ – 4 значення або 2,4 % проб води, 20,1-30,7 – 16 (9,64 %), 30,7-41,3 – 57 (34,34 %), 41,3-51,9 – 48 (28,92 %), 51,9-62,5 – 13 (7,83 %), 62,5-73,1 – 14 (8,43 %), 73,1-83,7 – 7 (4,21 %), 83,7-94,3 – 4 (2,4 %), 94,3-104,9 мг/дм³ – 3 значення або 1,8

% проб води (рис. 2).

Вміст у воді Сейму одного з найтоксичніших для рослин аніону хлориду змінювався від 6,0 (18.12.1969 р.) до 58,0 мг/дм³ (13.07.1973), що значно нижче ГДК для водойм рибогосподарського (300 мг/дм³) й господарсько-побутового призначення (350 мг/дм³). Вибірка умісту хлоридів у воді Сейму має такий розподіл: 6-11,2 мг/дм³ – 2 значення або 1,2 %, 11,2-16,4 – 23 (13,86 %), 16,4-21,6 та 21,6-26,8 – по 48 (по 28,92 %), 26,8-32,0 – 24 (14,45 %), 32,0-37,2 – 10 (6 %), 37,2-42,4 – 4 (2,4 %), 42,4-47,6 – 1 (0,6 %), 47,6-52,8 мг/дм³ – 6 значень або 3,6 % проб води (рис. 2).

Таблиця 2.

Середньоарифметичний уміст головних іонів і мінералізації води р. Сейм – с. Тьоткіно за різні періоди спостережень

Інгредієнти	1964-1970	1971-1979	1993-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2013
Уміст у мг/дм ³							
CO ₃ ²⁻	0	0,59	1,25	2,72	2,30	0,96	1,33
HCO ₃ ⁻	299,94	294,69	317,73	300,37	291,69	312,84	309,22
SO ₄ ²⁻	41,35	53,15	43,51	49,01	40,57	39,96	49,31
Cl ⁻	17,23	31,68	21,49	21,57	18,31	22,76	25,49
Ca ²⁺	74,41	74,64	88,52	86,14	82,36	86,84	84,77
Mg ²⁺	21,44	28,29	17,03	18,02	16,12	16,84	19,72
Na ⁺ + K ⁺	19,50	18,53	24,97	22,80	20,77	24,29	26,44
K ⁺	-	-	3,78	4,00	4,01	4,28	4,11
Мінералізація	473,17	500,98	512,90	497,90	469,86	503,52	514,96
Уміст у %-екв							
CO ₃ ²⁻	0,02	0,30	0,57	1,46	1,15	0,49	0,59
HCO ₃ ⁻	78,42	70,13	77,32	73,78	76,75	77,16	74,28
SO ₄ ²⁻	13,69	16,55	13,12	15,54	13,67	12,59	14,78
Cl ⁻	7,87	13,02	8,99	9,22	8,42	9,76	10,35
Ca ²⁺	61,34	54,62	65,42	64,75	66,26	65,24	61,61
Mg ²⁺	26,59	33,93	20,59	22,27	21,21	21,04	24,10
Na ⁺ + K ⁺	12,07	11,45	12,70	11,44	10,88	12,05	12,78
K ⁺	-	-	1,30	1,55	1,66	1,68	1,51

При цьому %-екв уміст гідрокарбонат-аніонів у пробах води Сейму змінювався від 51,09 % (12.07.1973 р.) до 88,1 % (25.10.2001 р.), сульфатів – від 3,7 %

(9.07.1975 р.) до 29,92 % (17.08.1977 р.), хлоридів – від 2,78 % (18.12.1969 р.) до 21,24 % (7.09.1978 р.), карбонатів – від 0 % (67,1 % проб) до 8,09 % (29.07.1998

р.). Середньоарифметичний %-екв уміст головних аніонів у воді Сейму такий: HCO₃⁻ - 74,93 %, SO₄²⁻ - 14,38 %, Cl⁻ - 10,04 %, CO₃²⁻ - 0,65 %.

Аналіз одержаних результатів показав, що вода Сейму за класифікацією О.А. Альокіна належить до гідрокарбонатного класу (С), кальцієвої групи (Са) другого типу відповідає відношенню: HCO₃⁻ < Ca²⁺ + Mg²⁺ < HCO₃⁻ + SO₄²⁻ [1].

Сумарний уміст головних іонів у воді Сейму або загальна мінералізація змінювалася від 284,5 (17.04.2003 р.) до 700,2 мг/дм³ (23.06.1972 р.), що відповідає першій – другій категоріям якості (прісна гіпогалінна – прісна олігогалінна). Вибірка значень загальної мінералізації води Сейму розподілились так: 280-327 мг/дм³ – 3 значення або 1,81 % проб, 327-374 – 6 (3,61), 374-421 – 10 (6,02 %), 421-468 – 34 (20,48 %), 468-515 – 42 (25,3 %), 515-562 – 41 (24,7 %), 562-609 – 15 (9,04 %), 609-656 – 11 (6,63 %), 656-703 мг/дм³ – 4 значення або 2,41 % проб.

Аналіз зміни хімічного складу води р. Сейм у часі (табл. 2) свідчить про незначне зниження мінералізації води в період 1996-2005 рр. за рахунок кальцію, натрію, гідрокарбонатів. Неоднозначно поводити себе в цей період інші головні іони. Але загалом протягом усього періоду спостережень хімічний склад води р. Сейм не мав значних коливань викликаних антропогенною діяльністю.

Натомість спостерігалася деяка залежність загальної мінералізації води й умісту головних іонів від витрат та фази водного режиму. Узагальнення результатів досліджень показало, що найменшу мінералізацію води Сейму фіксували в період весняної повені, а найбільшу – у зимову межень (табл. 3). При цьому, при збільшенні витрат води у річці знижується в ній уміст кальцію, гідрокарбонатів. Інші головні іони не мають однозначного трактування за їх умістом у різні фази водного режиму.

Таблиця 3.

Характеристика хімічного складу води Сейму за фазами водного режиму, мг/дм³

Фаза водного режиму	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Мінералізація
1967-1979									
зимова межень	76,97	25,56	23,01	-	0	323,55	43,50	24,08	516,67
весняна повінь	73,58	27,85	20,05	-	0,54	294,13	56,13	28,43	500,22
літня межень	76,47	29,42	17,45	-	0,46	302,05	53,43	32,04	510,85
1993-2013									
зимова межень	98,81	17,14	25,51	4,33	0,82	343,30	48,28	23,05	556,09
весняна повінь	76,22	16,28	21,35	3,90	1,79	270,74	41,42	20,69	446,71
літня межень	82,62	18,65	23,18	4,02	2,35	305,12	41,17	21,08	491,73

Якщо середньорічні витрати води Сейму на кордоні з Росією становлять 96,5 м³/с, то на нашу територію разом з водним стоком тільки за 1 сек надходить 48,305 кг солей. За 1 годину ця

цифра зростає до 173,901 т, за добу – до 4173,636 т солей, пов'язаних з головними іонами. За рік зі стоком Сейму на територію України поступає 1523377,07 т солей тільки головних

іонів, в т.ч. 570443,777 т гідрокарбонатів, 109530,811 т – сульфатів, 76473,529 т – хлоридів, 4950,975 т – карбонатів, 471104,359 т – кальцію, 192783,368 т – магнію, 88965,221 т – натрію та 8477,593 т – калію. Дещо

менші, але співставні, є результати перенесення хлоридів та сульфатів Сеймом через кордон з Росією, які наведені російськими експертами в паспорті р. Дніпро за 2000 р. (табл. 4) [20].

Таблиця 4.

Масоперенесення через границю Російська Федерація – Україна основними притоками транскордонної ділянки басейну Дніпра (т/рік)

Показники	Десна	Сейм	Псел	Ворскла	Ворсклиця
Зважені речовини	58482	24185	8168	2556	1326
Сульфати	66631	79775	47142	16004	2312
Хлориди	48132	45554	20962	15192	951,7
ХСК	66822	40082	12446	2820	1168
БПК ₅	7543	4340	1459	445,5	163,2
Нафтопродукти	-	156,7	30,87	14,50	6,04
Феноли	-	1,43	0,774	0,510	-
СПАР	-	77,93	49,62	4,535	0,575
Азот мінеральний	1829	1890	604,1	188,8	51,38
Фосфор загальний	360	783	267,7	62,74	29,18
Залізо загальне	1022	261,2	95,89	54,82	20,30
Мідь	39,42	3,932	2,506	0,486	-
Цинк	18,64	3,435	11,73	1,376	-
Cr ⁶⁺	-	6,587	1,122	0,200	-

Загалом за критерієм мінералізації вода Сейму знаходиться на межі розділу між прісною гіпогалінною першої категорії якості та прісною олігогалінною другої категорії якості.

За критеріями забруднення компонентами сольового складу вода Сейму за вмістом хлоридів на кордоні з Росією в 1967-1979, 1993-2000 та 2006-2013 рр. відносилася до 2 класу другої категорії якості, у 2001-2005 рр. – до першої категорії якості [13].

За вмістом сульфатів вода Сейму у 1993-2013 рр. відносилася до 1 класу першої категорії якості (відмінна), а в 1967-1979 – до 2 класу 2 категорії якості (добра) [13].

Оцінка якості води за трофо-сапробіологічними критеріями

До трофо-сапробіологічних показників якості води належать жорсткість, зважені частки, прозорість, рН, вміст кисню і насичення ним води, концентрація N-NH₄⁺, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻, P-PO₄³⁺, перманганатна й біхроматна окиснюваність, біологічне споживання кисню протягом п'яти діб, хімічне споживання кисню [17].

Узагальнені результати математико-статистичного обробитку даних трофо-сапробіологічних показників аналізів води Сейму на кордоні з Росією за весь період досліджень приведено в табл. 5.

Таблиця 5.

Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості трофо-сапробіологічних показників води р. Сейм

Показник	Середнє значення	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максимальне значення	Рівень надійності (95%)
Сейм – кордон з Росією, 1967-1979 та 1993-2012 рр., до 208 значень						
Жорсткість, мг-екв/дм ³	5,68	0,07	1,07	1,86	8,37	0,14
рН, од	7,85	0,04	0,51	6,00	8,70	0,07
t°C	11,79	0,72	8,58	0	28,0	1,43
CO ₂	6,07	0,89	3,91	0,40	16,00	1,89
Si	5,80	0,24	2,08	0,80	10,60	0,49
N-NO ₂ ⁻	0,118	0,028	0,406	0	2,89	0,08
N-NO ₃ ⁻	2,937	0,191	2,364	0	15,80	0,376
N-NH ₄ ⁺	0,43	0,03	0,35	0	2,22	0,05
P-PO ₄ ³⁺	0,563	0,040	0,497	0	3,431	0,078
O ₂ , мг/дм ³	8,73	0,16	2,22	1,48	16,60	0,31
Кольоровість, град	22,44	0,66	8,04	3,00	52,00	1,30
Прозорість, см	27,42	0,48	5,82	1,00	30,00	0,95
Зважені речовини	14,97	1,18	13,95	3,50	122,00	2,34
ПО, мгО/дм ³	6,58	0,27	2,46	2,10	14,80	0,54
БО, мгО/дм ³	23,62	4,28	26,36	3,20	132,30	8,67
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	3,03	0,10	1,41	1,10	13,00	0,20
БСК ₂₀ , мгО ₂ /дм ³	4,02	0,27	2,16	1,60	15,00	0,55
ХСК, мгО ₂ /дм ³	18,07	0,48	5,34	8,00	40,00	0,55
Індекс забруднення води	1,74	0,13	1,76	0,49	17,26	0,25

Жорсткість води за період спостережень змінювалася від 1,86 (14.04.1970 р.) до 8,38 (23.05.1973 р.). Середньоарифметичні значення жорсткості води річки за весь період досліджень становили 5,68, у зимову межень – 6,25, весняну повінь – 5,35, літню межень – 5,86, що значно менше встановленого ГДК для води питного призначення (ГДК = 7 мг-екв/дм³). Для водойм рибогосподарського призначення цей показник не нормується. При цьому в 12,48 % проб жорсткість була вищою за ГДК.

Зачасом загальна жорсткість води була найвищою в 1967-1970 рр. і становила 6,37 мг-екв/дм³, а найменшою в 2001-2005 рр. – 5,45 мг-екв/дм³ (табл. 6).

Уміст **зважених часток** у воді Сейму коливався від 3,00 (6.12.2005 р.) до 122 (17.08.1977 р.) мг/дм³, а середнє арифметичне значення зважених часток за весь період спостережень – 14,90 мг/дм³. У зимову межень забруднення води зваженими частками становило 9,90 мг/дм³, у весняну повінь – 17,85, літню межень – 14,82 мг/дм³.

За середньоарифметичним вмістом зважених часток (58,8 мг/дм³, табл. 5) вода Сейму у 1967-1970 рр. відносилася до 6 категорії якості (брудна), 1971-1979 рр. – до 5 категорії якості (помірно забруднена), у 1993-2013 рр. – до 3 категорії якості (досить чиста). Граничнодопустима концентрація зважених часток у воді питного водопостачання має бути меншою 15 мг/дм³. Серед проаналізованих проб води з недопустимою концентрацією зважених часток 20 % проб, характеризуються забрудненням води нестій-

ким у часі і одночасно високим, що інколи перевищує ГДК більш ніж у 9 разів [17].

Якщо врахувати, що середньозважений уміст зважених часток у воді Сейму за останні 20 років становить 11,82 мг/дм³, то Сеймом за 1 с переноситься 1,022 кг зважених речовин, за годину 3,68 т, за добу 88,338 т, а за рік цей показник зростає до 32243,352 т, що на 33,3 % більше приведенного російськими експертами за 2000 р. (табл. 4) [20].

Таблиця 6.

Середньоарифметичні значення трофо-сапробіологічних показників у воді р. Сейм у різні періоди спостережень, мг/дм³

Інгредієнти	1964-1970	1971-1979	1993-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2013
Жорсткість, мг-екв/дм ³	6,37	6,06	5,83	5,80	5,45	5,73	5,86
pH, од	6,74	7,73	7,94	8,22	8,11	8,01	7,91
t°C	13,55	15,36	12,87	11,54	9,94	12,26	13,6
CO ₂	1,86	3,13	5,30	5,12	6,36	6,16	5,74
Si	5,35	5,48	5,28	6,03	6,68	8,75	5,27
N-NO ₂ ⁻	0,040	0,074	0,103	0,053	0,044	0,063	0,046
N-NO ₃ ⁻	0,02	1,58	3,25	3,77	2,74	3,52	2,93
N-NH ₄ ⁺	0,37	0,61	0,48	0,44	0,23	0,32	0,30
P-PO ₄ ³⁺	0,090	0,105	0,231	0,305	0,58	0,62	1,18
O ₂ , мг/дм ³	8,20	8,24	8,45	9,48	9,43	9,04	8,32
Кольоровість, град	22,75	26,33	26,25	17,50	22,43	24,19	20,96
Прозорість, см	21,00	29,80	24,64	29,70	29,89	29,96	30,00
Зважені речовини	58,08	37,60	17,40	11,09	11,82	11,53	12,91
ПО, мгО/дм ³	8,25	7,68	5,30	-	-	-	-
БО, мгО/дм ³	28,68	45,41	25,23	23,64	23,55	21,28	22,44
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	4,84	3,63	2,55	2,35	1,78	2,48	2,56
ХСК, мгО ₂ /дм ³	-	-	22,75	15,97	16,69	18,52	19,32
Індекс забруднення води	2,85	1,86	1,83	1,33	1,42	1,28	1,43

За реакцією водного середовища (показник pH) вода Сейму відноситься до нейтральної або лужної, а грани-

чні її рівні становили: найнижче значення - 6,00 (21.07.1969 р., 21.08.1969 р.), найвище – 8,7 (29.07.1998 р.). На

рис. 3 наведено гістограму розподілу значень величини pH за весь період досліджень. 28,9 % проб води мали pH у межах 7,8-8,1; 26,42 % - 8,1-8,4; 14,46 % - у межах 7,5-7,8, що в сумі становить 69,78 %.

Граничнодопустима величина pH для водойм рибогосподарського, господарсько-побутового, питного при-

значення – 6,5-8,5. Цей поріг було перевищено лише в 3,07 % проб води.

За середньоарифметичною величиною pH (6,74, 7,73, 7,94, 7,91 од., табл. 5) вода р. Сейм у 1967-1979, 1993-1995, 2011-2013 рр. відносилася до 2 категорії якості, у 2001-2010 рр. – до 3 категорії якості, в 1996-2000 рр. – до 4 категорії якості.

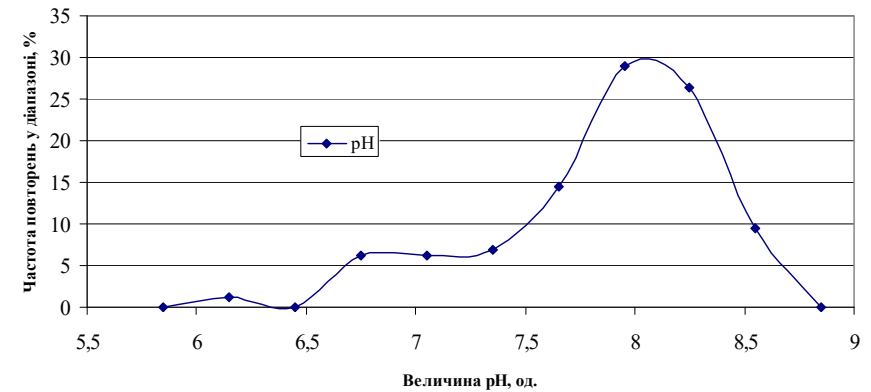


Рис. 3. Гістограма розподілу величини pH у воді Сейму за період досліджень

Уміст кисню у воді Сейму змінювався від 2,3 (27.02.1979 р.) до 16,6 (22.04.1998 р.) мгО₂/дм³. При цьому, 38,75 % проб води мали вміст кисню 7,0-8,6 мгО₂/дм³; 24,38 % - 8,6-10,2;

16,25 % - 10,2-11,8; 11,25 % – 5,4-7,0 і лише 5,63 % проб води мали вміст кисню нижчий ГДК для водойм рибогосподарського призначення (менше 6 мгО₂/дм³, рис. 4).

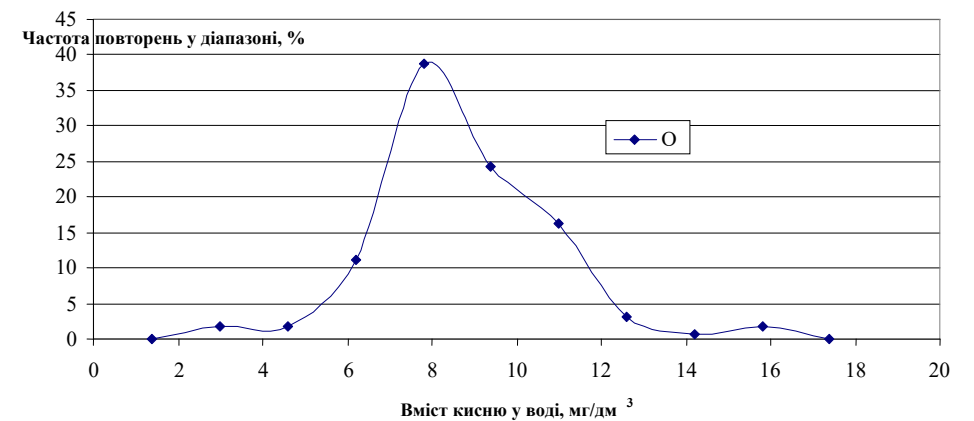


Рис. 4. Гістограма розподілу вмісту розчиненого кисню у воді Сейму за період досліджень

Якщо розглянути уміст розчиненого кисню у воді Сейму за фазами розвитку водного режиму, то найвищі його концентрації припадають на весняну повінь (9,24, мг/дм³), найнижчі – на літню межень (8,36 мг/дм³).

Середньоарифметичні значення вмісту розчиненого кисню у воді Сейму в часі змінювалися від 7,75 (1967-1970 рр.) до 9,48 (1996-2000 рр.) мгО₂/дм³ (табл. 6). Вода за вмістом кисню в 1967-1979 рр. відносилася до 2 категорії якості, в усі інші періоди досліджень – до I категорії якості – **дуже чистої**.

Концентрація N-NH₄⁺ у воді річки змінювалася від 0 (13.05.1967 р., 12.09.1967 р., 12.10.1967 р., 18.12.1968 р., 2,44 % проб) до 2,22 (13.07.1973 р.) мг/дм³. В 37,2 % проб концентрація азоту аміаку перевищувала гранично-допустимий рівень для водойм рибогосподарського призначення (0,39 мгN/дм³). У 43,9 % проб концентрація N-NH₄⁺ перевищувала граничну межу 3 категорії екологічної оцінки – 0,3 мгN/дм³ (вода досить чиста, добрий екологічний стан). Рівень забруднення води Сейму азотом аміаку за повторюваністю оцінюється як стійкий (перевищення ГДК більше ніж в 30 % проб) та високий.

Якщо розглядати концентрацію азоту аміаку у воді Сейму за фазами водного режиму, то найвищими вони є у зимову межень (0,39 мгN/дм³), найнижчими – у весняну повінь (0,33 мгN/дм³), у літню межень – 0,36 мгN/дм³. З наведених результатів виявлено, що різниця між концентраціями N-NH₄⁺ у різні фази водного режиму несуттєва.

За середньоарифметичним умістом азоту аміаку вода Сейму у 1967-1970 рр., 1993-2000 рр. та 2006-2010 рр.

відносилася до 4 категорії якості, у 1971-1979 – до 5, у 2001-2005 рр. та 2011-2013 рр. – до 3 категорії якості [13]. Аміак є кінцевим неорганічним продуктом складного процесу мінералізації органічних речовин, які містять азот. Іони амонію засвоюються рослинами при фотосинтезі й окислюються в нітрити й нітрати.

Якщо врахувати, що середня за останні 20 років концентрація азоту аміаку в Сеймі становить 0,354 мг/м³, то за нашими підрахунками, щорічно з Росії зі стоком Сейму на територію України надходить 965,664 т N-NH₄⁺.

Концентрація N-NO₂⁻ у воді Сейму змінювалася від 0 (4,4 % проб) до 0,38 мгN/дм³ (12.09.1971 р.) при середньоарифметичному значенні 0,060 мгN/дм³. При цьому в 72,96 % проб концентрація нітритів перевищувала ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,02 мгN/дм³), в 86,16 % – граничну межу 3 категорії екологічної оцінки – 0,01 мгN/дм³. Отже, забруднення води Сейму нітритами за повторюваністю є характерним (перевищення ГДК більш ніж у 50 % проб), а за рівнем – високим [4]. Середньоарифметичне значення концентрації нітритів у воді Сейму з 1967 р. й до цього часу перевищувало ГДК в 2-5 разів і становило 0,04-0,10 мгN/дм³. Вода річки за забрудненням нітритами у 1967-1970 рр., 2001-2005, 2011-2013 рр. відносилася до 5 категорії якості (**помірно забруднена**), у 1971-1979, 1996-2000, 2006-2010 рр. – до 6 категорії якості (**брудна**) у 1993-1995 рр. – до 7 категорії якості (**дуже брудна**).

Найвищий вміст нітритів у воді Сейму спостерігається в зимову межень (0,061 мгN/дм³, найнижчий – у літню межень (0,054 мгN/дм³). Середньоарифметична різниця у забруднен-

ні води за цим показником за наведеними фазами водного режиму незначна.

Якщо врахувати, що середня концентрація нітритів в Сеймі 0,060 мг/дм³, то за нашими підрахунками, щорічно з Росії зі стоком Сейму на територію України надходить 163,67 т N-NO₂⁻.

Концентрації N-NO₃⁻ у воді річки змінювалися від 0 (13.05.1967 р., 12.09.1967, 12.10.1967 р.) до 15,8 мгN/дм³ (25.02.1997 р.) при середньоарифметичному значенні 2,98. При цьому концентрації вищі за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (9 мгN/дм³) зафіксовано в 1,54 % проб, вищі за граничну межу 3 категорії екологічної оцінки (0,5 мгN/дм³) – в 86,92 % проб. Найвищі рівні забруднення вод Сейму сполуками нітратів у межах 6-15,8 мгN/дм³ (8,46 % проб) фіксували в період зимової межені (листопад - лютий).

Середньоарифметичні значення концентрації нітратів у воді Сейму за фазами водного режиму такі: зимова межень 4,83 мгN/дм³, весняна повінь – 2,18, літня межень – 2,39 мгN/дм³.

За середньоарифметичним вмістом нітратного азоту вода Сейму в 1964-1970 рр. відносилася до 1 категорії якості (**дуже чиста**), в 1971-1979 рр. – до 6 категорії якості (**брудна**), у 1993-2013 рр. – до найгіршої 7 категорії якості (**дуже брудна**).

За нашими підрахунками, щорічно з Росії зі стоком Сейму на територію України надходить 8129,036 т N-NO₃⁻.

Концентрація мінерального фосфору (P-PO₄) у воді Сейму змінювалася від 0,015 (2.09.1975 р.) до 1,911 мгP/дм³ (22.08.2012 р.) при середньоарифметичному значенні 0,551 мгP/дм³.

Вміст фосфатів у водних об'єктах

рибогосподарського призначення не нормується, але гранична межа 3 категорії екологічної оцінки становить 0,153 мг/дм³. Якщо дотримуватися цього нормативу, то 91,45 % відібраних і проаналізованих проб води мають концентрацію фосфатів вищу за цю межу. При цьому середньоарифметична концентрація фосфатів у воді Сейму під час весняної повені (0,436 мгP/дм³) дещо вища в зимову межень (0,470 мгP/дм³ або 107,8 % до концентрації весняної повені) і найвища в літню межень (0,691 мгP/дм³ або 158,48 % до концентрації весняної повені).

За середньоарифметичним значенням умісту фосфатів у воді Сейму вода річки у 1964-1970 рр. відносилася до 4 категорії якості (слабко забруднена), у 1971-1979 рр. – до 5, у 1993-1995 рр. – до 6, у 1996-2013 рр. – до 7 категорії якості (дуже брудна). Необхідно відмітити, що порівняно з періодом 1964-1970 рр. нині (2011-2013 рр.) концентрація фосфатів у воді річки зросла в 13,1 рази і вода є дуже забрудненою фосфатами.

За розрахунками російських експертів, у 2000 р Сеймом було перенесено на територію України 783 т фосфору загального [20], за нашими підрахунками – 721,386 т фосфатів. На 2012 р. ця цифра значно зросла й становить 3218,88 т.

Перманганатна окиснюваність води річки змінювалася від 3,9 (12.09.1967 р.) мгО/дм³ до 14,8 (14.08.1967 р.) мгО/дм³. При цьому 28,6 % проб мали окиснюваність у межах 6,3-7,6 мгО/дм³, 26,5 % - 7,6-8,9, 14,3 % - 5,0-6,3 мгО/дм³, 12,2 % проб – 8,9-10,2 мгО/дм³ (рис. 5). Середньоарифметичне значення ПО у воді Сейму за весь період спостережень

становило 7,87 мгО/дм³, а за фазами водного режиму найвищим було у літню межень (7,91 мгО/дм³), найнижчим – у зимову межень (7,61 мгО/дм³).

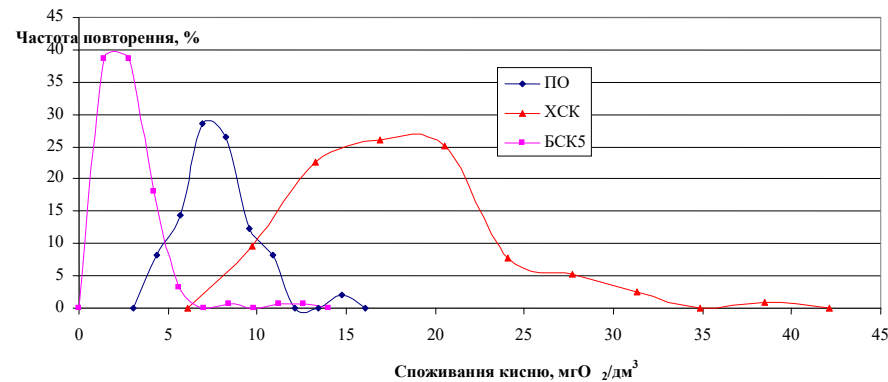


Рис. 5. Гістограми розподілу різних видів споживання кисню при окисненні органічних речовин

Вода Сейму за середньою перманганатною окиснюваністю у 1967-1970 відносилася до 4 категорії якості (слабо забруднена органічними речовинами), у 1971-1979 рр. та 1993-1995 рр. – до 3 (досить чиста відносно забруднення органічними речовинами).

Середнє перенесення органічних речовин стоком Сейму в 1993-1995 рр., за визначенням ПО становило 14457,6 т/рік.

Біхроматна окиснюваність води Сейму також мала значні коливання в часі – від 3,2 мгО/дм³ (26.01.1968 р.) до 132,3 мгО/дм³ (7.02.1979 р.) при середньоарифметичному значенні 25,46 мгО/дм³. Однак середня БО в часі мала дуже значні коливання: від 23,64 мгО/дм³ за період 1996-2000 рр. до 45,41 мгО/дм³ – за 1971-1979 рр. За фазами водного режиму значення БО були найвищими в зимову межень (62,3 мгО/дм³, 7 категорія якості), найнижчими – у весняну повінь (15,9 мгО/дм³, 3 категорія якості).

За середньоарифметичним значенням БО вода Сейму у 1967-1970 і

1993-1995 рр. відносилася до 4 категорії якості, у 1971-1979 – до 6, у 1996-2000 рр. – до 3 категорії якості [13].

Біологічне споживання кисню протягом п'яти діб (БСК₅) для окислення органічних речовин, які містяться у воді, в аеробних умовах змінювалося від 0,9 (16.07.1997 р.) до 13,0 (21.07.1967 р.) мгО₂/дм³ при середньоарифметичному значенні 2,83 мгО₂/дм³. Гранічнодопустимий рівень БСК₅ у водоймах рибогосподарського призначення 2,25 мгО₂/дм³, для водойм господарсько-побутового призначення – 3, гранична межа 3 категорії екологічної оцінки – 2,1 мгО₂/дм³. Але в 56,52 % проб води БСК₅ перевищувало ГДК для водойм рибогосподарського призначення і 60,25 % проб – граничну межу 3 категорії екологічної оцінки. Гістограму розподілу значень споживання кисню протягом п'яти діб у воді Сейму наведено на рис. 5.

Середньоарифметичне значення БСК₅ у воді Сейму зменшувалося з 4,84 у 1967-1970 рр. (5 категорія якості) до 1,78 мгО₂/дм³ у 2001-2005 рр. (3

категорія якості). Пізніше цей показник дещо підвищувався, але вода річки протягом періоду 2006-2013 рр. і 1971-1979 та 1993-2000 рр. досліджень відносилася до 4 категорії якості (**слабо забруднена**) (табл. 6). Якщо розглядати значення цього показника за фазами водного режиму, то найвищими вони були у весняну повінь (3,18 мгО₂/дм³), найменшими – в зимову межень (2,40 мгО₂/дм³), а в літню межень 2,77 мгО₂/дм³. За нашими підрахунками середнє перенесення легкоокиснюваних органічних речовин стоком Сейму в 2000 р. за визначенням БСК₅ становило 4967 т/рік (за розрахунками російський експертів – 4340 т/рік [20]), у 2011-2013 рр. – 6983 т/рік.

Хімічне споживання кисню при окисненні важко-окиснюваних органічних сполук почали визначати у водних об'єктах відносно недавно. Цей показник у воді Сейму змінювався в межах від 8,0 (19.11.1997 р.) до 40,0 мгО/дм³ (28.04.1994 р.), а середнє значення становить 18,04 мгО/дм³ (для прикладу: Дунай - Кілія – 28,29 мгО/дм³ [11,12], Десна - кордон з Росією – 30,68 мгО/дм³ ([10]). ГДК для водойм господарсько-побутового призначення 15 мгО/дм³. В 71,3 % проб води ХСК перевищувало ГДК для водойм рибогосподарського призначення.

За фазами водного режиму ХСК найвищими були у весняну повінь (19,76 мгО₂/дм³), найменшими – в зимову межень (15,91 мгО₂/дм³), а в літню межень 17,93 мгО₂/дм³.

За нашими підрахунками, середнє перенесення важко-окиснюваних органічних речовин стоком Сейму в 2000 р., за визначенням ХСК становило 43563 т/рік (за розрахунками російських експертів – 40082 т/рік [20]), у 2011-2013 рр. – 49210 т/рік.

Розрахунок **індексу забруднення води** (ІЗВ) проводиться за обмеженим числом інгредієнтів. Визначається середньоарифметичне значення результатів хімічних аналізів по кожному з таких показників: азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню. Знайдене середньоарифметичне значення кожного з показників порівнюється з гранично допустимими концентраціями. При цьому у випадку розчиненого кисню величина гранично допустимої концентрації ділиться на знайдене середньоарифметичне значення концентрації кисню, тоді як для інших показників це робиться навпаки [17].

Розрахунок ІЗВ за обмеженим числом інгредієнтів дав такі результати: 1967-1970 р. – 2,85 (4 клас, вода забруднена), 1971-1979 рр. – 1,86, 1993-1995 рр. – 1,83 (3 клас, вода помірно забруднена), 1996-2000 рр. – 1,33, 2001-2005 рр. – 1,42, 2006-2010 рр. – 1,28, 2011-2013 рр. – 1,43. (3 клас, вода помірно забруднена). Отже, вода річки Сейм за індексом забруднення протягом 1971-1979 та 1993-2013 рр. знаходилася під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистеми, а в період 1964-1970 рр. – вода мала порушені екологічні параметри, а екологічний стан оцінювався як екологічний регрес [17].

Оцінка якості води за специфічними речовинами токсичної дії. Уміст у природній воді нафтопродуктів, фенолів, СПАР, фторидів, ціанідів, пестицидів, важких металів та радіоактивності відноситься до специфічних показників токсичної й радіаційної дії.

Узагальнені результати математико-статистичного обробитку даних аналізів води Сейму за специфічними речовинами токсичної й радіоактивної дії

на кордоні з Росією за весь період досліджень наведено в табл. 7.

Таблиця 7.

Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості специфічних показників токсичної й радіоактивної дії у воді р. Сейм

Показники	Середнє значення	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максимальне значення	Рівень надійності (95%)
Сейм – кордон з Росією, 1967-1979 та 1993-2012 рр., до 205 значень						
Нафтопродукти	0,060	0,005	0,065	0	0,600	0,009
Феноли	0,0013	0,0001	0,0014	0	0,010	0,0002
СПАР	0,0061	0,0018	0,0188	0	0,120	0,0037
F ⁻	0,295	0,012	0,123	0,05	0,78	0,020
Fe, заг	0,23	0,014	0,197	0	1,51	0,027
Cu ²⁺	0,002	0,0003	0,0036	0	0,017	0,0007
Zn ²⁺	0,0117	0,0018	0,0185	0	0,106	0,0035
Cr, заг.	0,0010	0,0009	0,0030	0	0,0100	0,0020
Cr ⁶⁺	0,00014	0,00006	0,0006	0	0,0030	0,00013
Mn ²⁺	0,1067	0,0122	0,1086	0	0,860	0,024
Ni ²⁺	0,0034	0,0011	0,0032	0	0,0080	0,0026
As ³⁺	0,0084	0,0038	0,0116	0	0,0360	0,0089
Al ³⁺	0,0952	0,0056	0,0456	0	0,2300	0,0112
⁹⁰ Sr, Бк/дм ³	0,2009	0,0115	0,0963	0,0060	0,5800	0,0231
¹³⁷ Cs, Бк/дм ³	0,0325	0,0139	0,1148	0	0,620	0,0278

Таблиця 8.

Середньоарифметичний уміст специфічних і радіоактивних показників токсичної дії у воді р. Сейм у різні періоди досліджень, мг/дм³

Інгредієнти	1964-1970	1971-1979	1993-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2013
Нафтопродукти	0,12	0,22	0,036	0,041	0,006	0,008	0,007
Феноли	-	0,002	0,0015	0,0002	0,0006	0,0014	0,003
СПАР	-	0,07	0,035	0,006	0,004	0,002	0,003
F ⁻	0,40	0,33	0,28	0,246	0,259	0,321	0,443
Fe, заг	0,23	0,32	0,26	0,196	0,235	0,152	0,19
Cu ²⁺	-	0,0061	0,004	0,0018	0,002	0,0026	0,0015
Zn ²⁺	-	0,004	0,012	0,026	0,012	0,009	0,016
Cr, заг.	-	0,006	0,007	0,008	0,007	0,005	0,007
Cr ⁶⁺	-	-	0,0018	0,002	0,002	0,001	0,002
Mn ²⁺	-	-	0,016	0,027	0,123	0,109	0,110
As ³⁺	-	-	0,0011	0,0023	0,0019	0,0018	0,002
Al ³⁺	-	-	0,078	0,102	0,123	0,091	0,090
⁹⁰ Sr, Бк/дм ³	-	-	0,18	0,24	0,20	0,17	0,16
¹³⁷ Cs, Бк/дм ³	-	-	0,023	0,05	0,048	0	0

Уміст нафтопродуктів у воді Сейму на кордоні з Росією змінювався від 0 (22,8 % проб) до 0,60 (15.04.1968 р.) мг/дм³ (табл. 7) при середньоарифме-

тичному значенні 0,06 мг/дм³. За період досліджень 41,8 % проб води перевищували ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,05 мг/дм³). За середньоарифметичним умістом нафтопродуктів вода Сейму найбільш забрудненою була у 1971-1979 рр. (0,22 мг/дм³, табл. 8) і відносилися до 6 категорії якості (брудна), у 1993-2000 рр. – до 3, у 1964-1970 рр. – до 2, у 2001-2013 рр. середній уміст нафтопродуктів не перевищував 0,007 мг/дм³, а води відносилися до 1 категорії якості (дуже чисті).

Забруднення вод СПАР змінювалося від 0 (66,3 % проб) до 0,12 (25.03.1994 р., 28.04.1994 р.) мг/дм³. При цьому в жодній з проб не виявлено перевищення ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,2 мг/дм³). Вода Сейму за середньоарифметичними значеннями СПАР (табл. 8) у 1971-1979 рр. відносилися до 5 категорії якості (помірно забруднена), у 1993-1995 рр. – до 4 категорії якості (слабко забруднена), у 1996-2012 рр. – до 2 другої (чиста).

Уміст фенолів у воді Сейму змінювався від 0 (23,9 % проб) до 0,010 мг/дм³ (12.07.2011 р.) при середньоарифметичному значенні – 0,0013 мг/дм³, що перевищувало ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,001 мг/дм³). Загалом в 28,4 % проб води уміст фенолів перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення. Середньоарифметичні значення концентрації фенолів найвищими були у 2011-2013 рр. і вода відносилися до 5 категорії якості. У 1971-1979, 1993-1995, 2006-2010 рр. вода Сейму за умістом фенолів відносилися до 4 категорії якості, у 1996-2005 рр. – до 2 категорії якості. Разом із стоком Сейму в Україну потрапляє з Росії

123,76 т/рік нафтопродуктів, 12,582 т/рік – СПАР, 2,681 т/рік – фенолів. Для порівняння з стоком Десни на територію України потрапляє 63,9 т/рік нафтопродуктів, 46,8 т/рік – СПАР, 17,79 т/рік – фенолів [10].

Уміст заліза у воді Сейму на кордоні з Росією високий і змінюється у значних межах – від 0 (11.07.1964, 16.05.1966, 7.08.1966, 28.05.1969 рр.) до 1,51 (12.03.1970 р.) мг/дм³. У 78,2 % проб води уміст заліза перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,1 мг/дм³), в 42,4 % проб – ГДК для водойм питного водопостачання (0,2) і в 19,2 % проб – ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (0,3 мг/дм³). За середньоарифметичним умістом заліза (табл. 8) вода Сейму на кордоні з Росією у всі періоди досліджень відносилися до 4 категорії якості – слабо забруднена.

Концентрації цинку у воді Сейму змінювалися від 0 (55,6 % проб) до 0,106 (19.11.1997 р.) мг/дм³. При цьому 31,1 % проб води мали уміст цинку, що перевищує ГДК для водойм рибогосподарського призначення, а 24,5 % проб – перевищували граничну межу 3 категорії екологічної оцінки, тобто характеризувалися як слабо забруднені – брудні. За середньоарифметичними значеннями вмісту цинку (табл. 8) воду Сейму характеризували у 1971-1979, 2006-2010 рр. як дуже чисту (1 категорія якості), у 1993-1995, 2001-2005 рр. – 2, 2011-2013 - 3, 1996-2000 – 4 категорія якості.

Уміст міді у воді Сейму коливався в межах від 0 (68 % проб) до 0,017 (22.03.2006 р.) мг/дм³. В 5 % проб води уміст міді перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,001 мг/дм³). За середньоарифметичними значеннями вмісту міді вода

Сейму на кордоні з Росією у 1996-2005 та 2011-2013 рр. відносилась до 3 категорії якості, у 1971-1979, 1993-1995, 2006-2010 рр. – до 4 (табл. 8).

Уміст нікелю у воді Сейму змінювався від 0 до 0,008 (24.03.2009 р.) мг/дм³. За середньоарифметичними значеннями концентрації нікелю у Сеймі на кордоні з Росією, вода у всі роки досліджень відносили до 2 категорії якості,

Уміст марганцю у воді Сейму змінювався від 0 (26.04.2005 р.) до 0,86 (7.07.2009 р.) мг/дм³. Лише 1,7 % проб води мали уміст марганцю нижчий за ГДК для водойм рибогосподарського призначення, а 68,96 % проб – нижчий за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення [17]. За середньоарифметичними значеннями умісту марганцю (табл. 8) вода Сейму у 1993-1995 рр. відносилась до 2 категорії якості, у 1996-2000 – до 3, 2001-2013 рр. – 5 категорії якості (помірно забруднена).

Уміст загального хрому у воді Сейму змінювався від 0 до 0,01 (16.04.1999 р.) мг/дм³. За середньоарифметичними значеннями вмісту хрому вода Сейму у 2006-2010 рр. відносилась до 3 категорії якості, у 1971-1979, 1993-2005, 2011-2013 рр. – до 4 категорії якості.

Уміст алюмінію (для якого категорії якості не встановлені) у воді Сейму на кордоні з Росією змінювався від 0 (23.02.1993, 29.04.1993, 18.02.2006 р.) до 0,23 (13.04.2006 р.) мг/дм³. Токсична дія алюмінію для живих організмів водойм рибогосподарського призначення на сьогодні не регламентована.

З території Росії разом із стоком Сейму в середньому за рік надходить 475,57 т заліза, 220,62 т – марганцю, 20,68 т – хрому загального, 4,135 т –

міді, 24,19 т – цинку, 7,03 т – нікелю, 196,846 т – алюмінію, 609,97 т – фтору, 17,369 т – миш'яку.

Для порівняння з території Росії разом із стоком Десни за рік надходить 1089,9 т заліза, 242,67 т – марганцю, 106,43 т – хрому загального, 34,77 т – міді, 45,1 т – цинку, 55,3 т – нікелю, 400,2 т – алюмінію, 1192 т – фтору [10].

Підвищений вміст пестицидів був виявлений у пробах, відібраних у річках Сейм, Десна, Судость, Снов в 1995-2000 рр. Аналіз даних про якість води транскордонних річок свідчить про те, що в основному вони забруднені хлорорганічними пестицидами: ДДТ, його метаболітами й ізомерами ГХЦГ. В 72% проб води обстежених річок виявлений а – ГХЦГ, концентрація його коливалася в межах 0,003-0,111 мкг/дм³. Уміст γ -ГХЦГ у воді становить 0,012-0,018 мкг/дм³. Концентрація ДДТ у досліджених пробах води в основному перебувала на рівні нижче мінімально обумовленої. Майже 47% проб води досліджених річок містили ДДЕ на рівні 0,007-0,026 мкг/дм³ [4-9, 14, 20].

Уміст таких гербіцидів як трефлан, харнес, а також синтетичних пиретроїдів (карате) у пробах води в період обстеження річок знаходився на рівні нижче межі виявлення, передбаченого стандартними методиками. Тільки в пробах води, відібраних у річках Десна, Судость, був виявлений гербіцид 2,4-Д у концентрації 2,1-2,4 мкг/дм³. Результати аналізів донних відкладів досліджених річок свідчать про те, що хлорорганічні пестициди містилися в них на рівні глобального розсіювання їх у біосфері. Крім того, 38% проб донних відкладів обстежених річок містили трефлан [3-9, 14, 20].

Загальна оцінка води Сейму за всією множиною показників (за так званою функцією міри R, [17]) наведена у табл. 9 і свідчить, що вода у всі

періоди досліджень (за винятком 1964-1970 рр.) відносилась до 4 категорії якості – задовільна.

Таблиця 9.

Загальна оцінка якості води Сейму за всією множиною показників

Категорії якості води	Кількість показників відповідної категорії та загальна оцінка якості води						
	1964-1970	1971-1979	1993-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2013
1	5	2	2	3	4	4	4
2	2	4	5	3	3	3	3
3	0	3	4	6	6	6	6
4	5	5	5	7	4	5	3
5	3	5	3	2	5	3	6
6	3	6	2	3	1	2	1
7	0	0	3	2	2	2	2
Загальна оцінка R	61/18 =3,38	100/25 =4,0	94/25 =3,76	97/25 =3,88	89/25 =3,56	89/25 =3,56	90/25 =3,60
Категорія якості	3	4	4	4	4	4	4

Висновки

Загальна мінералізація води Сейму змінювалася від 284,5 до 700,2 мг/дм³ при середньоарифметичному значенні 500,58 мг/дм³. Середньоарифметичний %-екв уміст головних іонів у воді Сейму такий: Ca²⁺ - 61,85 %, Mg²⁺ - 25,33 %, Na⁺ - 11,68 %, K⁺ - 1,13 %, HCO₃⁻ - 74,93 %, SO₄²⁻ - 14,38 %, Cl⁻ - 10,04 %, CO₃²⁻ - 0,65 %. Отже, вода Сейму за класифікацією О.А. Альокіна відноситься до гідрокарбонатного класу (С), кальцієвої групи(Са) другого типу, що відповідає відношенню: HCO₃⁻ < Ca²⁺ + Mg²⁺ < HCO₃⁻ + SO₄²⁻ [1].

За критерієм мінералізації вода Сейму на кордоні з Росією знаходиться на межі розділу між прісною гіпогалінною першої категорії якості та прісною олігогалінною другої категорії якості.

За критеріями забруднення компонентами сольового складу вода Сейму

за вмістом хлоридів в 1967-1979, 1993-2000 та 2006-2013 рр. відносилась до 2 класу другої категорії якості, у 2001-2005 рр. – до першої категорії якості.

За вмістом сульфатів вода Сейму у 1993-2013 рр. відносилась до 1 класу першої категорії якості (відмінна), а в 1967-1979 – до 2 класу 2 категорії якості (добра) [13].

За рік зі стоком Сейму на територію України поступає 1523377,07 т солей тільки головних іонів, в т.ч. 570443,777 т гідрокарбонатів, 109530,811 т сульфатів, 76473,529 т хлоридів, 4950,975 т карбонатів, 471104,359 т кальцію, 192783,368 т магнію, 88965,221 т натрію та 8477,593 т калію. Для порівняння зі стоком Десни ця цифра становить 2056304,88 т, в т.ч. 1265926,0 т гідрокарбонатів, 179830,9 т сульфатів, 84253,2 т хлоридів, 343313,5 т кальцію, 702501,9 т магнію, 82167,0 т натрію та 17455,2 т калію.

Разом зі стоком Сейму на територію України переноситься з Росії 32243,352 т/рік зважених речовин, Десною, відповідно, 90000,6 т/рік [10].

Середня за останні 20 років концентрація азоту аміаку в Сеймі 0,354 мг/м³. Щорічно з Росії зі стоком Сейму на територію України надходить 965,664 т N-NH₄⁺.

Середня концентрація нітритів у воді Сейму 0,060 мг/дм³. За нашими підрахунками, щорічно з Росії зі стоком Сейму на територію України надходить 163,67 т N-NO₂⁻.

За середньоарифметичним вмістом нітратного азоту вода Сейму в 1964-1970 рр. відносилася до 1 категорії якості (**дуже чиста**), в 1971-1979 рр. – до 6 категорії якості (**брудна**), у 1993-2013 рр. – до найгіршої 7 категорії якості (**дуже брудна**). За нашими підрахунками, щорічно з Росії зі стоком Сейму на територію України поступає 8129,036 т N-NO₃⁻.

Порівняно з періодом 1964-1970 рр. нині (2011-2013 рр.) концентрація фосфатів у воді річки Сейм зросла в 13,1 рази і вода дуже забруднена фосфатами. За розрахунками російських експертів, в 2000 р Сеймом було перенесено на територію України 783 т фосфору загального [20], за нашими підрахунками – 721,386 т фосфатів. На 2012 р. ця цифра значно зросла й становить 3218,88 т.

Середнє перенесення органічних речовин стоком Сейму в 1993-1995 рр., за визначенням ПО, становило 14457,6

т/рік.

За нашими підрахунками, середнє перенесення легко-окиснюваних органічних речовин стоком Сейму в 2000 р. за визначенням БСК₅ становило 4967 т/рік (за розрахунками російський експертів – 4340 т/рік [20]), у 2011-2013 рр. – 6983 т/рік.

За нашими підрахунками середнє перенесення важко-окиснюваних органічних речовин стоком Сейму в 2000 р. за визначенням ХСК становило 43563 т/рік (за розрахунками російський експертів – 40082 т/рік [20]), у 2011-2013 рр. – зросло до 49210 т/рік.

Вода Сейму на кордоні з Росією забруднена специфічними речовинами токсичної дії – нафтопродуктами, фенолами, СПАР, загальним залізом, марганцем, алюмінієм, хромом, миш'яком і ін.

Разом із стоком Сейму в Україну потрапляє з Росії 123,76 т/рік нафтопродуктів, 12,582 т/рік – СПАР, 2,681 т/рік – фенолів.

З території Росії разом із стоком Сейму в середньому за рік надходить 475,57 т заліза, 220,62 т марганцю, 20,68 т хрому загального, 4,135 т міді, 24,19 т цинку, 7,03 т нікелю, 196,846 т алюмінію, 609,97 т фтору, 17,369 т миш'яку.

Загальна оцінка води Сейму **за всією множиною показників** (за так званою функцією міри R, [17]) свідчить, що вода у всі періоди досліджень (за винятком 1964-1970 рр.) відносилась до 4 категорії якості – задовільна.

Література

1. Алёкин О.А. К вопросу о химической классификации природных вод / О.А. Алёкин // Вопросы гидротехники. Ленинград: Гидрометиздат, 1946. 240 с.
2. Вишневецький В.І. Гідрологічні характеристики річок України / В.І. Вишневецький, О.О. Косовець // К.: Ніка-Центр, 2003. – 324 с.
3. Державна екологічна інспекція у Сумській області [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: www.dei.sumy.ua, вільний. – Загол. з екрану.

4. Екологічний паспорт Сумської обл. станом на 1.01.2006 р. Суми. 2006. 76 с. Документи
5. Екологічний паспорт Сумської обл. станом на 1.01.2007 р. Суми. 2007. 141 с. Документи
6. Екологічний паспорт Сумської обл. станом на 1.01.2008 р. Суми. 2008. 103 с. Документи
7. Екологічний паспорт Сумської обл. станом на 1.01.2009 р. Суми. 2009. 164 с. Документи
8. Екологічний паспорт Сумської обл. станом на 1.01.2010 р. Суми. 2010. 129 с. Документи
9. Екологічний паспорт Сумської обл. станом на 1.01.2011 р. Суми. 2011. 105 с. Документи
10. Лозовіцький П.С. Якість води Десни на кордоні з Росією та транскордонне перенесення речовин зі стоком / П.С. Лозовіцький // Часопис картографії. Вип. 9. 2013. С. 62-83.
11. Лозовіцький П.С. Трофо-сапробіологічні показники води р. Дунай – м. Кілія / П.С. Лозовіцький // Меліорація і водне господарство. 2013. Вип. 100. С. 84-99.
12. Лозовіцький П.С. Специфічні речовини токсичної дії у воді річки Дунай / П.С. Лозовіцький // Екологічні науки. 2014. №2 (6). С. 21-34.
13. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. // К., 2001. 48 с.
14. Обобщенный информационный отчет за 2010 г. по Программе совместных исследований Межгосударственного совета по гидрометеорологии стран СНГ на период 2006-2010 гг. Сентябрь 24, 2010. Копирайт © 2009-2012. МСГ СНГ. POGODA.BY. http://sng.pogoda.by/?cat=81
15. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 6. Украина и Молдавия. Выпуск 2, Среднее и Нижнее Поднепровье // Под ред. М.С. Каганер. – Л.: Гидрометиздат, 1971. 656 с.
16. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии, підручник для студентів екологічних і біологічних спец. Вузів / В.Д. Романенко // – К.: Обереги. - 2001 р. - 728 с.
17. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: Підручник / С. І. Сніжко // К.: Ніка-Центр, 2001. – 264 с.
18. Таубе П.Р. Химия и микробиология воды / П.Р.Таубе, А.Г. Баранова // М.: Высш. шк., 1983. - 280 с.
19. Унифицированные методы анализа вод СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 144 с.
20. Экологическое состояние бассейна Днепра. Паспорт реки Днепр. 2000. gr-info.forest.ru/dnipro/html/rus/chart/chart3.3.htm

УДК 504.74:599.322/.324 (477.64)

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОВКІЛЛЯ РІЗНИХ ЗА РІВНЕМ ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЙ

Матвієнко В.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет
вул. Індустріальна, 77, м. Мелітополь
vita_star87@mail.ru

Наведено результати дослідження стерильності пилку індикаторних рослин у різних екологічних умовах. Знайдено зв'язок між станом навколишнього природного середовища і нормальним ростом і функціонуванням рослини. За показниками стерильності пилку досліджуваних організмів визначено умовний показник ушкодженості територій, за яким кожну з них віднесено до відповідної категорії екологічної безпеки. Досліджено, що в різних екологічних умовах одні й ті ж рослини мають різний рівень стерильності, що і зумовлює сумарний вплив негативних чинників на розвиток досліджуваних організмів. Визначено комплекс управлінських рішень для поліпшення екологічної ситуації для всіх територій з певною категорією екологічної безпеки. *Ключові слова:* пилко, стерильність, фертильність, індикатор, полігон, ушкодженість, мутагенність.

Оценка экологического состояния окружающей среды различных по уровню загрязнения территорий. Матвиенко В.В. Приведены результаты исследования стерильности пыльцы индикаторных растений в различных экологических условиях. Найдена зв'язок між станом навколишнього природного середовища і нормальним ростом і функціонуванням рослини. По показателям стерильности пыльцы исследуемых организмов определены условный показатель ушкоджености территорий, по которым ко-жну из них отнесены к соответствующей категории экологической безопасности. Исследовано, что в различных экологических условиях одни и те же растения имеют разный уровень стерильности, что и предопределяет суммарное влияние негативных факторов на развитие исследуемых организмов. Определен комплекс управлінських рішень для улучшения экологической ситуации для всех территорий с определенной категорией экологической безопасности. *Ключевые слова:* пыльца, стерильность, фертильность, индикатор, полигон, поврежденность, мутагенность.

Environmental assessment of environmental pollution on different areas. Matvienko V. The results of the study of pollen sterility indicator-plant them in different environmental conditions. The connection between the on-state Environmental Protection and normal growth and functioning tub plants. In terms of pollen sterility studied organism defined conditional index ushkodzenosti areas in which co-reaping are assigned to the appropriate category of environmental safety. It is studied that different environmental conditions are the same plants have different levels of sterility, which makes the total impact of negative factors on the development of the studied organisms. The complex management solutions to improve the environmental situation for all areas of SEW-term environmental safety categories. *Keywords:* pollen sterility, fertility indicator, ground, ushkodzenist, mutagenicity.

Останнім часом спостерігається рослинного, тваринного світу та людині. Антропогенна діяльність, внаслідок якої порушується цілісність екосистем, а також біорізноманіття

живих організмів робить свій негативний внесок у розвиток і існування нормального, сталого екологічного циклу в природі. Діяльність людини спричиняє зміни в складі всіх геосфер Землі, зокрема, атмосфері. Велика частка забруднювачів, які призводять до негативних змін, належить саме речовинам, які утворюються внаслідок експлуатації транспорту. На сьогодні досить актуальною є проблема екологічності автотранспорту України і всього світу в цілому.

Хімічні елементи, що утворюються внаслідок згоряння палива, змінюють склад атмосферного повітря і негативно впливають на нормальний розвиток і функціонування живих організмів. Тому надзвичайно важливим є виявлення і обробка інформації з негативного впливу автотранспорту на організми, що у майбутньому дозволить розробити комплекс заходів з попередження або запобігання негативних наслідків і змін у навколишньому природному середовищі.

Одним із біологічних методів оцінки стану навколишнього природного середовища є біоіндикація, яка дає змогу визначити сумісну біологічну активність впливу фізико-хімічних факторів на природне середовище. Точна інтегральна оцінка завдяки біоіндикації враховує і викиди забруднювачів, які контрольна служба могла пропустити. Біоіндикаторну перевагу, зазвичай віддають рослинам, адже вони є зручним об'єктом для біологічного моніторингу стану довкілля, тому що характеризують стан середовища, в якому вони ростуть, швидко розмножуються, по-різному реагують на дію шкідливих факторів і тим самим дають змогу вибирати найдоцільнішу

відповідну реакцію для конкретного дослідження [1].

Уперше для визначення стану атмосферного повітря обґрунтовано та впроваджено тест-систему біоіндикації «Стерильність пилку рослин», яку у 2012 році використано групою вчених у роботі «Розробка та впровадження високоефективних технологій еколого-безпечних виробничих комплексів України». Її метою було: створення механізму впровадження новітніх технологій і обґрунтування еколого-економічних методів застосування моніторингових систем, екологічного аудиту та інтегрованого управління виробництвом; розробка методології визначення ступеня екологічного ризику, зумовленого виробничою діяльністю гірничо-металургійних комплексів і шляхів його зниження для навколишнього середовища та здоров'я населення; впровадження технології екологізації гірничо-металургійних підприємств на всіх етапах їх функціонування (від проектування до їх ліквідації) [2].

Дослідження співробітників Державного національного гірничого університету дали змогу встановити категорію екологічної безпеки на території АР Крим і прийняти відповідні управлінські рішення з розроблення цілеспрямованих заходів щодо відновлення екологічного стану біосистем [3].

За допомогою цієї ж тест-системи вченими було:

- вивчено оцінку дій забруднювачів навколишнього природного середовища Червоноградського гірничопромислового району за токсико-мутагенним фоном;

- розглянуто проблеми використання рослин-індикаторів для територій з мінімальним техногенним пресингом;

визначено ступінь стерильності пилкових зерен та умовний показник ушкодженості умовно чистої території [4];

- проведено оцінювання стану атмосфери в зоні впливу підприємств цементного виробництва і доведено, що в умовах техногенного забруднення спостерігається зниження фертильності, збільшення кількості стерильних пилкових зерен рослин-біоіндикаторів [5];

- досліджено пилок рослин біоіндикаторів для визначення категорії екологічної безпеки території м. Рівне [6].

Оскільки на території Запорізької області дослідження за токсикомутагенним фоном раніше не проводилося, тому для оцінки токсичності або потенційної мутагенності атмосферного повітря за тестом «Стерильність пилку індикаторних рослин» та стану навколишнього природного середовища досліджуваного регіону біосистем України.

Матеріали і методи досліджень

Для проведення оцінки стану середовища за тестом «Стерильність пилку» обрано 7 тест-полігонів (табл. 1).

Таблиця 1

Тест-полігони і їх характеристика

№ тест-полігону	Населений пункт або назва автошляху	Характеристика тест-полігону
1	Траса «Москва – Сімферополь», с. Семенівка	Дорога міжнародного значення з великим автомобільним навантаженням, яке значно збільшується в теплу пору року
2	Траса «Новоазовськ – Одеса», с. Новоконстантинівка	Дорога міжнародного значення з великим автомобільним навантаженням, зокрема, вантажних авто
3	Дорога «Приморський Посад – Приазовське», с. Приморський Посад	Дорога місцевого значення з високим рівнем навантаження тільки в літні місяці за рахунок міграції відпочиваючих до рекреаційних зон Азовського моря в Запорізькій області
4	м. Лубни	Паркова зона міста з досить сприятливою екологічною ситуацією
5	Дорога «Сиваське – Партизани», смт. Сиваське	Дорога місцевого значення з невеликим автомобільним навантаженням
6	Траса «Євпаторія – Сімферополь», м. Саки	Дорога зі значним навантаженням автотранспортом влітку за рахунок міграції відпочиваючих
7	м. Запоріжжя	Район Кічкаса, зона концентрації великих промислових підприємств

Дослідження проводили в 2013 році за індикаторами поширених у багатьох місцях рослин. З урахуванням екологічної стійкості: 2 група – стійкі (чистотіл звичайний *Chelidonium maj-*

us, кульбаба лікарська *Leontodon*, грицики звичайні *Capsella bursa pastoris*, ромашка садова *Laucanthenum*, цикорій звичайний); 4 – чутливі (мак дикий).

Рослини 1-ї (високостійкі), 3-ї (середньостійкі, чутливі) і 5-ї (високочутливі) груп стійкості через обмеженість їх поширення, не досліджувались.

Підрахунок пилкових зерен (від 200 до 400 кожного виду) проведено за допомогою мікроскопу зі збільшенням 7 x 40. Для прояву забарвлення пилкових зерен їх обробляли йодним розчином за Грамом. Завдяки цьому при огляді фертильні пилкові зерна набували вохристо-коричневих кольорів, стерильні зовсім не офарблювалися або набували на 20-30 % слабкого, майже прозорого жовтого тону.

Визначали стерильність пилкових зерен (М) кожного виду на певному тест-полігоні і умовний показник ушкодженості (УПУ) територій.

Результати та їх обговорення

За даними біоіндикації на різних тест-полігонах найбільш враженими рослинами виявились кульбаба лікарська та цикорій звичайний, стерильність пилку яких становить 17,25-18,75 %. Ці показники зафіксовані у Заводському районі (Кічкас) м. Запоріжжя, який відзначається значною концентрацією шкідливих виробництв та високим рівнем забруднення повітря. Але ці рослини можуть мати й значно нижчі показники стерильності пилку (1,2 %), які були зафіксовані у парку м. Лубни (полігон № 4). Їх відносять до категорії «Безпечні» території (табл. 2).

Найнижчою стерильність пилку (1,2 %) характеризується у кульбаба лікарська на 4 тест-полігоні (м. Лубни), що відповідає екологічно чистим умовам паркової зони цього міста. Проте для цієї ж рослини можуть бути характерними й інші рівні стерильності пилкових зерен – 9,75% на трасі

«Москва – Сімферополь»; 9,33% на дорозі «Приморський Посад – Приазовське»; 9,00 % на трасі «Новоазовськ – Одеса».

Найвищу стерильність пилку виявлено на 7 тест-полігоні (м. Запоріжжя), який є промисловим гігантом міста. Його відображають такі рослини-індикатори, як кульбаба лікарська та цикорій звичайний. Цикорій звичайний також має неоднаковий рівень стерильності пилку: 10,25 % – на трасі «Москва-Сімферополь»; 5,25 % – на дорозі «Сиваське – Партизани»; 3,25 % – на трасі «Новоазовськ – Одеса», с. Новоконстантинівка.

Різну стерильність пилкових зерен мають грицики звичайні (8,25% на трасі «Новоазовськ – Одеса»; 8,25 % на дорозі «Приморський Посад-Приазовське»; 3,00 % в м. Лубни); ромашка садова (5,25 % на дорозі «Приморський Посад – Приазовське»); мак дикий (14,50 % на трасі «Євпаторія – Сімферополь»)

За значеннями УПУ характеризують екологічну безпеку територій на досліджуваних тест-полігонах: безпечна, помірно небезпечна і надзвичайно небезпечна (табл. 2).

Із обраних тест-полігонів ($n = 7$) більшість – 5 (71,4 %) за токсикомутагенним фоном віднесено до «Безпечної» категорії територій: траса «Новоазовськ – Одеса», с. Новоконстантинівка; дорога «Приморський Посад – Приазовське», с. Приморський Посад; м. Лубни; дорога «Сиваське – Партизани», смт. Сиваське. Для них характерні такі ознаки доцільності прийняття управлінських рішень:

- низький і нижче за середній рівень ушкодженості біосистем;
- еталонний і сприятливий стан біосистем.

Для цих територій рекомендовано управлінські рішення:

➤ інформаційний періодичний регламентний контроль;

➤ визначення еталонних територій з УПУ $\leq 0,150$, які вимагають особливої охорони і можуть бути використані для контролю.

Таблиця 2

Рівень стерильності пилку рослин-біоіндикаторів на досліджуваних тест-полігонах за значеннями умовного показника ушкодженості (УПУ)

№ тест-полігону	Біоіндикатор	Кількість клітин		Стерильність пилку: $M \pm m, \%$	УПУ	Категорія екологічної безпеки територій за токсико-мутагенним фоном
		досліджених	стерильних			
1	Цикорій звичайний	400	41	10,25±1,5	0,50	Помірно небезпечна
	Кульбаба лікарська	400	39	9,75±1,48	0,47	Помірно небезпечна
2	Цикорій звичайний	400	13	3,25±0,85	0,14	Безпечна
	Кульбаба лікарська	400	36	9,00±1,43	0,44	Помірно небезпечна
	Грицики звичайні	400	33	8,25±1,36	0,40	Помірно небезпечна
3	Кульбаба лікарська	300	28	9,33±1,68	0,45	Помірно небезпечна
	Грицики звичайні	400	33	8,25±1,37	0,40	Помірно небезпечна
	Ромашка садова	400	21	5,25±1,11	0,24	Безпечна
4	Кульбаба лікарська	500	6	1,20±0,49	0,036	Помірно небезпечна
	Чистотіл звичайний	200	8	4,00±1,92	0,18	Безпечна
	Грицики звичайні	400	12	3,00±0,85	0,13	Безпечна
5	Цикорій звичайний	400	21	5,25±1,12	0,24	Безпечна
6	Мак дикий	400	58	14,50±1,79	0,34	Помірно небезпечна
7	Цикорій звичайний	400	69	17,25±1,88	0,86	Надзвичайно небезпечна
	Кульбаба лікарська	400	75	18,75±1,96	0,94	Надзвичайно небезпечна

За вимогами існуючої методики біоіндикаційних досліджень [1] такі території є екологічно чистими, де виникають лише спонтанні генетично зумовлені зміни.

П'ять тест-полігонів віднесено до «Помірно небезпечних»: траса «Моск-

ва – Сімферополь»; траса «Новоазовськ – Одеса»; дорога «Приморський Посад – Приазовське»; м. Лубни; траса «Євпаторія – Сімферополь». Для прийняття управлінських рішень їм характерні такі ознаки:

➤ середній рівень ушкоджено-сті біосистем;
➤ конфліктний і загрозливий стан біосистем.

Рекомендовано наступні управлінські рішення: нормуючий, періодичний регламентний контроль; визначення причин і ступеня відхилення від нормативних показників та засоби для досягнення нормативних показників.

1 тест-полігон віднесено до категорії «Надзвичайно небезпечна». Це м. Запоріжжя з ознаками прийняття управлінських рішень:

➤ високий рівень ушкодженості біосистем;
➤ катастрофічний стан біосистем.

Рекомендовано управлінські рішення: радикальна зміна тактики і стратегій; особливий регламентний контроль; визначення меж територій з катастрофічним станом; розроблення цілеспрямо-

ваних заходів щодо відновлення екологічного стану ушкоджених територій та біосистем [3].

Висновки

За допомогою методики «Визначення стерильності пилку індикаторних рослин» ми підтвердили сумарний ефект від негативних чинників, які впливають на нормальний ріст і функціонування досліджуваних організмів.

Найвищий умовний показник ушкодженості території знаходиться на 7 тест-полігоні – 0,86 і 0,94. Це промисловий район м. Запоріжжя. Найменший – 0,13 і 0,18 в м. Лубни.

За різних екологічних умов одні й ті ж рослини мають різний рівень стерильності, що доведено сумарним впливом негативних чинників на розвиток досліджуваних організмів.

Література

- Горова А., Кулина С. Оцінка дії забруднювачів навколишнього природного середовища Червоноградського гірничопромислового району за токсико-мутагенним фоном за допомогою тест-системи «стерильність пилку рослин» / Горова А., Кулина С. // Науковий вісник Національного гірничого університету. Збірник наукових статей. – Дніпропетровськ: 2004. – № 6. – С. 73-79.
- Горова А.І., Рудько Г.І., Білявський Г.О., Гребьонкін С.С., Павлиш В.М., Бузило В.І., Рябічев В.Д., Попов С.О., Топчий С.Є., Керкез С.Д. Розробка та впровадження високоефективних технологій екологічно безпечних виробничих комплексів України / Горова А.І. // Національний гірничий університет. – Дніпропетровськ., 2012.
- Оцінка токсичності атмосферного повітря за тестом „Стерильність пилку рослин з дисциплін „Біоіндикація” та „Цитогенетичний моніторинг довкілля” для студентів напряму підготовки 6.040106 Екологія і охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: Метод. рекомендації / А.І.Горова, С.А.Риженко, А.В.Павличенко, О.О.Борисовська, І.Г.Миронова. – Дніпропетровськ., 2008. – С. 25.
- Губачов О. І., Горова А.І. Обґрунтування можливості використання фітоіндикаторів у тесті „Стерильність пилку рослин” умовно чистої території / Губачов О. І., Горова А.І. // Нові технології. – 2007. – № 1-2 (15-16). – С. 335.
- Борщевська І. М. Оцінка стану агросфери у зоні впливу ВАТ «Волинь-Цемент» за тестом «Стерильність пилку рослин» / І. М. Борщевська // Фахове електронне видання Національного університету біоресурсів і природокористування. Випуск №1 (13). – Київ, 2009. <http://www.nd.nauu.kiev.ua>.
- Клименко М.О., Хомич Н.Р. Екологічна оцінка території міста Рівне за цитогенетичними фітопоказниками / Клименко М.О., Хомич Н.Р. // Вісник Запорізького національного університету. Серія: Біологічні науки. 36. наук. статей. – Запоріжжя: ЗНУ, 2008. – №2. – С. 84 – 88.

TECHNOGENIC AND ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF TRITIUM CONTAMINATION OF THE SURROUNDING ENVIRONMENT CAUSED BY EMISSIONS FROM NEAR SURFACE STORAGE OF RADIOACTIVE WASTE

Poliakova I.¹, Denisenko I.²,

¹State Scientific and Technical Centre for Nuclear
and Radiation Safety, Kyiv, Ukraine,
polyakova_ira@ukr.net

²State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management,
emaa.dea@ukr.net

The analysis of the causes of radiation accidents at surface radioactive waste storage facilities with emissions of tritium (³H) to the surrounding environment. It is defined the dynamics of change ³H concentration in observation boreholes of near surface radioactive waste storages. The possible ways to prevent the occurrence of radiation accidents and response. **Key words:** radiation accident, emissions of tritium, surface storage of radioactive waste, radioactive waste, ways of migration, security, engineering barriers, containers for storage of radioactive waste, containing tritium.

Проведено аналіз причин виникнення радіаційних аварій на приповерхневих сховищах радіоактивних відходів (РАВ) з емісією тритію (³H) в оточуюче природне середовище. Визначено динаміку зміни концентрації ³H у свердловинах спостереження приповерхневих сховищ РАВ. Запропоновано можливі шляхи попередження виникнення радіаційних аварій та ліквідації їх наслідків. **Ключові слова:** радіаційна аварія, емісія тритію, приповерхнєве сховище РАВ, радіоактивні відходи, шляхи міграції, безпека, інженерні бар'єри, контейнери для зберігання РАВ, що вміщують тритій.

Проведен анализ причин возникновения радиационных аварий на приповерхностных хранилищах радиоактивных отходов (РАО) с эмиссией трития (³H) в окружающую среду. Установлена динамика изменения концентрации ³H в скважинах наблюдения приповерхностных хранилищ РАО. Предложено пути предупреждения возникновения радиационных аварий и ликвидации их последствий. **Ключевые слова:** радиационная авария, эмиссия трития, приповерхностное хранилище РАО, радиоактивные отходы, пути миграции, безопасность, инженерные барьеры, контейнеры для хранения РАО, содержащие тритий.

Revenues of tritium in the environment surrounding from sources is caused by natural and artificial processes. In this article the author examines the of reasons tritium emissions during storage of radio-

active waste (RW) in near-surface storage facility.

Tritium is dangerous to humans and surrounding environment through its ability to be involved in biogeochemical processes and substitute protium (¹H) on

tritium (³H), that prolonged admission into the body (for absorbed doses around 1 Gy) causes morphological changes and disorders of the endocrine system and blood-forming organs, cardiovascular system, liver, etc., but does not accumulate significant doses [1].

Tritium migration paths from storage can be used as an indicator of the possible release of other radionuclides in the geological environment.

During conducting research the consequence of radiation accidents near-surface storage facility of ³H emissions to the surrounding environment, there was determined the following causes of accidents:

1. No pre-treatment and conditioning of radioactive wastes which contain tritium, in the presence of necessary amount of knowledge, research and practical developments on the physicochemical properties of tritium.

2. Lack of additional engineering barriers and specially designed and tested containers [2] for storage of this type of wastes. Constructional material of near-surface storages from concrete is a single engineering barrier on the way of migration of ³H.

Concrete as a structural material for the storages of radioactive waste, found its application in many enterprises around the world. Its using is justified in the case of «many-of-barrier» protection in the storage of radioactive wastes, including waste pre-treatment technology and conditioning them in special containers. The use of concrete as a structural material of a single of engineering barrier, the author declared as unfitted for storage radioactive wastes which contain tritium. This is confirmed also by experience of Canadi-

an, American, French, Hungarian, Latvian, Russian and other researchers [1].

Scientific researching and developments of Ukrainian scientists of the pollution the surrounding environment ³H partly be based on an analysis of the consequences of radiation accidents at the storage of radioactive waste Kharkov and Kiev State Interregional Specialized Enterprises State Corporation «Ukrainian State Association «Radon» (Kharkiv SISE and Kyiv SISE). Scenario of occurrence and progression accidents at storage facilities of Ukraine like a similar surface storage facility for other countries.

Dates of radiation accidents since the beginning of operation of storages as in Ukraine, as in France, Hungary and Latvia - 33÷36 years. Project operating period of surface storages of radioactive wastes to the moment of closure is 30 years.

In particular, groundwater storage facility zone of influence Center de la Manche (city Cherbourg, France) the tritium concentration reached (17÷20)×10³Bq/l (1997-2002 years) followed which reduction to (7÷13)×10³kBq/l (2008 year) [3].

The concentration of tritium in the groundwater zone of influence of near-surface storage facility of Hungary reached 2×10⁴Bq/l (2008) (Fig.1) [4].

During work on the conservation of near-surface storages of radioactive waste at Baldone (Latvia) (held concreting RAW which contain ³H) in 1997 observed increased to 2,0 × 10⁵Bq/l levels of tritium contamination of groundwater. For 11 years, the pollution decreased to (7 ÷ 8) × 10³Bq/l [5] (Fig.2).

Analysis of the causes of emissions of ³H from near surface storage of radioactive wastes of Ukraine.

In Kharkov SISE at the beginning of 1997 the network of observation wells were found significant excess (about 100 times) the specific activity of ³H in comparing with the limit values for drinking water (PC_B^{ingest}). The situation was classified as a local communal radiation accident [5].

Water form of tritium (HTO) is the most active as biological form. HTO in the aquifer fell from the storage of solid radioactive wastes №№ 19 and 20 of the volume of 400 m³ each, which operated in the period from 1962 to 1995. Now in these storage facility are stored radioactive wastes, such as hundreds of static neutralizers containing ³H total activity in 1995 - 2,7×10¹⁴Bq, and in 2015 - 1,69×10¹⁴Bq. In 1995 these storages were conserved. RW were cemented and there was completed an additional storage layer covering the ground. However, the

emission of tritium were always took place after conservation.

Radiation monitoring of water samples first aquifer from 23 observation wells was carried on a quarterly basis by Radiation Safety Service of the Kharkiv SISP.

According to the monitoring researches the content of ³H from samples of observation wells in 4-8 times was higher than the norms for drinking water (3×10⁴Bq/l).

During 17 years of observation, tritium specific activity were decreased. At the beginning of 1998, activity of ³H in the samples reached up to 1,26×10⁶Bq/l, but in 2014 this value amounted to 0,16×10⁶Bq/l. There were slight seasonal variations of measured values associated with different power supply aeration zone in different seasons.

Dynamics of tritium in observation well number 31H of near-surface repository Kharkiv SISP is shown in Fig. 3. The dependence is based on statistics from monitoring researches of the service of radiation protection of enterprise.

Fig. 1. Tritium contamination of groundwater in the area of the impact near-surface repository of Hungary [4].

It should be noted that neither in Hungary nor in Latvia the pre-treatment and conditioning of radioactive wastes, which contain ³H, were not performed. Waste storage facility compartments were placed in bulk. There was no separation provided by RW nuclide composition and half-life period.

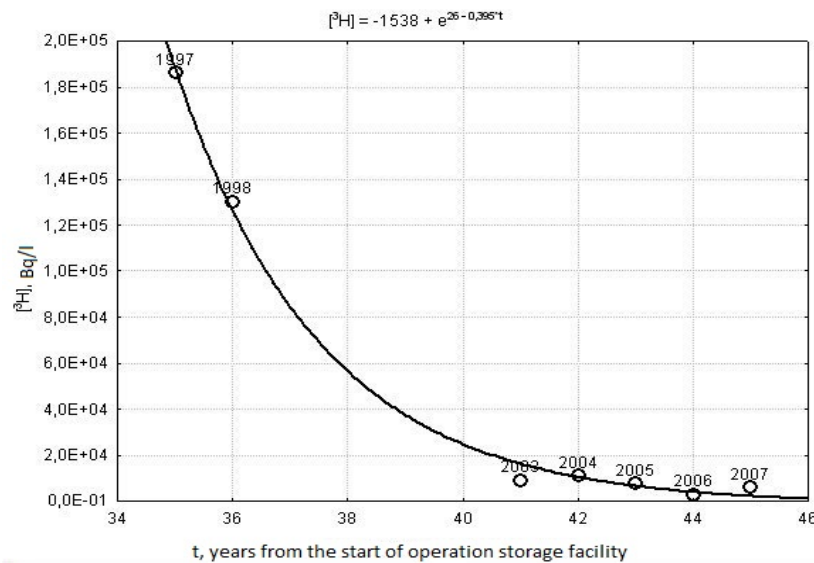


Fig. 2. Dynamics of tritium contents in observation wells (with maximum concentration) of near-surface storage facility in Latvia built according BAPA (Latvia).

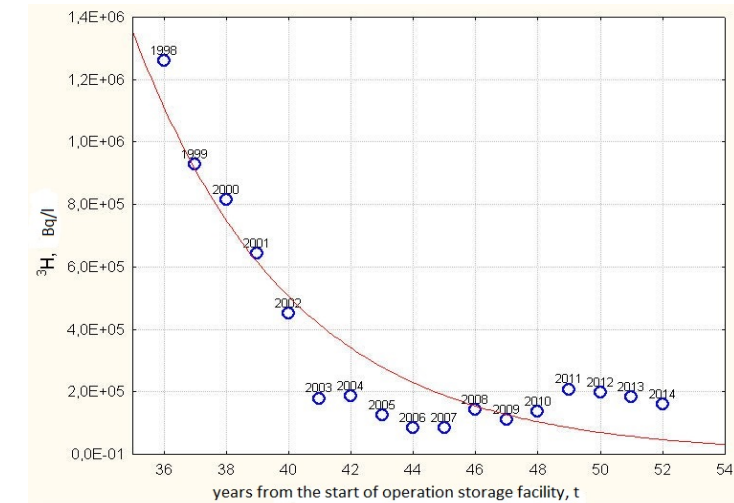


Fig. 3. Dynamics of tritium contamination of water well number 31H Kharkiv SISP.

On 10.19.2015, the aeration zone area during storage of radioactive wastes had almost reached the level of standards fixed for drinking water [6], the peak of tritium contamination of the aquifer passed in 2008 had changed to decline. The revenues of ^3H into aquifer offset by its radioactive decay and eventually pollution of the environment will only be decreasing.

In water observation wells in Kyiv SISE in the early 90-ies of last century of upper quaternary aquifer was recorded increasing in the content of tritium concentration which had reached tens of

millions of Becquerel per liter [7]. As a result of depressurization of solid radioactive waste storage, infiltration of precipitation into the storage facilities and their contact with the solid radioactive wastes it is ^3H leaching with water in the geological environment, i.e. the formation of HTO and steam-gas emissions into the atmosphere (HT).

Fig. 4 (a, b) shows the specific activity of tritium in water wells number 6H₂ and 5H₃ located near storage of solid radioactive wastes №№ 5, 6, 7 (dynamics from the first year of operation).

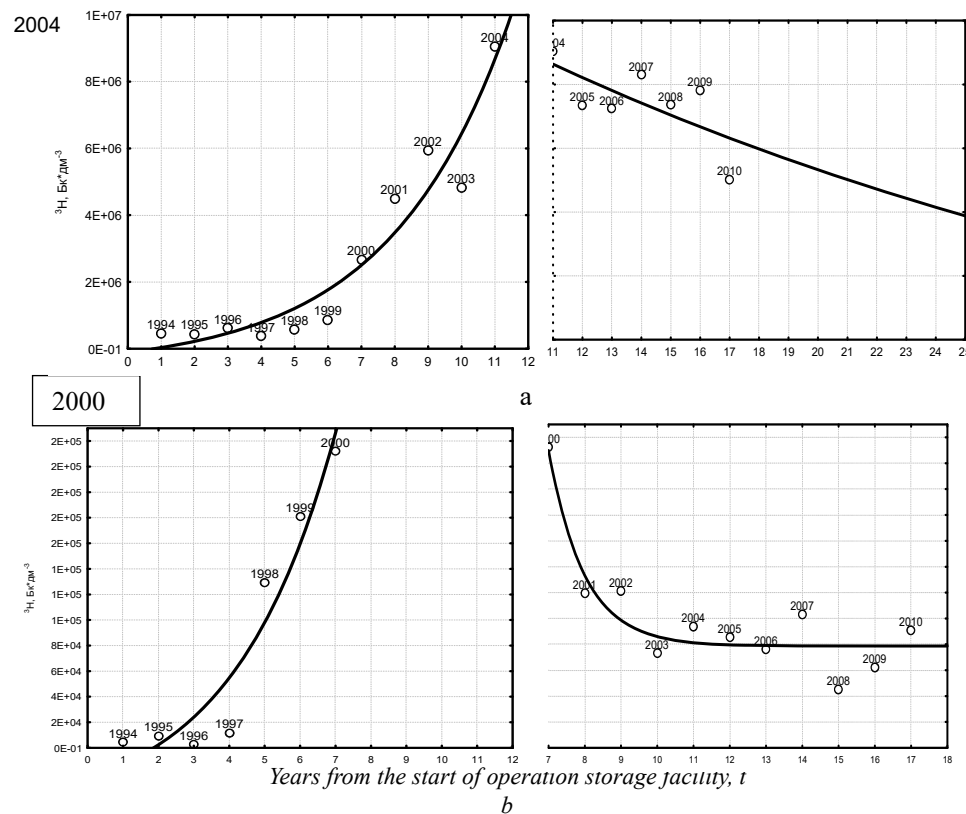


Fig.4. Dynamics of tritium contamination of water wells number 6H₂ (a) and number 5H₃ (b) on the industrial site of Kyiv SISE.

The data shown in Fig.4, enable to estimate the time of occurrence radiation accident and its course, radiation resistance artificial barrier and possible consequences.

The total release of gaseous tritium into the atmosphere from the storage of solid radioactive wastes Kyiv SISE in the conditions of radiation accident during last 20 years can be estimated at an average of about 4×10^{12} Bq.

The total amount of tritium outside storage №№ 5, 6 and 7 Kyiv SISP is estimated at about 1×10^{13} Bq, representing 0.5% of the estimated current activity of disposed waste containing ^3H .

To avoid the danger radiation accidents involving the emission of ^3H in the environment, to storage facilities that are operated and RW which has been placed on technology “disposal” without pretreatment and conditioning which is possible under preventing ingress of atmospheric precipitation to the storage of solid RW containing tritium, or the work on pumping water with tritium from these storage facility, if there is water there.

The complex of works to remove radioactive wastes from the “emergency” storages containing ^3H , their conditioning and carrying them in special containers will create additional engineering barrier to the spreading of radionuclides.

Analysis of the dynamics of content of tritium in observation wells in Fig.2, Fig.3 and Fig.4 the dynamics and content of tritium in observation well in Hungary storage facility [1] for the first time the author put forward the hypothesis that all radiation accidents were happened after the 33-36 years from the start of opera-

tion of near surface storage RW, in the post-project operation period of storage facility.

Conclusion

The existing near-surface radioactive waste storage facilities accordingly to the construction project, were defined as storage of dumping of radioactive wastes. The use of construction materials storage made of concrete is forced by the operating conditions of existing storages. However, its using as a single artificial barrier is inadmissible because of concrete filtration properties to water that condenses in the normal operation of the repository, without pre-processing technologies and conditioning RW of ^3H specifically designed and tested containers for storage of such type of radioactive wastes.

Researching and analysis of regularities of radiation accidents caused by emissions of tritium from near surface storage of radioactive wastes:

- enables assessment and forecast the approximate time of the accident and the potential radiation consequences;
- to prevent them and eliminating; conduct complex operations under “National Target Environmental Program of Radioactive Waste Management” in the part of containerization of RW;
- to develop the technology for removal, conditioning RW containing ^3H , create a separated storage of ^3H RW, improving monitoring and dosimetry control of staff;
- to develop a methodology for early detection of tritium threats and dangers in order to effectively making impossible and prevent them.

References

1. V Dolinco (2012), Tritium in the biosphere. [Tritij u biosferi], Naukova Dymka, Kyiv, -224 p. (Ukr)

2. *Poliakova I* (2013), Evaluation of the protective properties of the container for storage of spent radiations sources. [Otsinka zahisnyh vlastivostej kontejnera dlja zberihanija vidpratsovanyh dzherel ionizujuchogo vyprominjuvanja], Collected papers Institute of Environmental Geochemistry. Issue 22, -8 p. (Ukr)
3. *Centre destockgedela Manche: Rapportannuel 2008*. -Beaumont -Hague: ANDRA, 2009 -41 p.
4. *Ormai P.* Surveil lanceofnon – radiological parameters: Planning ofthe post – closure surveillance of Disposal Facilities for Radioactive Waste: Cherbourg, France, 22-25 Sept., 2009.
5. *Report the radioactive waster epository "Radons" national importance radiation object control programe xecution (2009)* [Atskaite radioaktiv oatkritumug labatavas «Radons» valstsnozimesjonizeosastarojuma objekt u kontroles programma sizpilde 2008 gada]. - Riga, Latvia: BAPA -158 p. (Lt)
6. Norms of Radiation Safety of Ukraine. Publichygiene standards. [Normy radiatsijnoju bezpeky Ukrainy. Derzhavny gigienichni normatyvy], Komitet z pytan' gigienichnogo reglamentyvanja Ministerstva Ohorony Zdorovja Ukrainy (1997) - 120 p. (Ukr)
7. *Report on the radiation monitoring and environmentalas sessment of radioactive waste disposal facilities, and stations of decontamination Statere gionals pecialized plants of the Ukrainian State Association «Radon»* [Otchet po radiacionomy kontrolju I otsenke sostojanija okruzhajushchej sredy punktov zahoronenija radioaktivnyh othodov I stantsyj dezaktivatsii Gosydarstvennogo mezhoblasnogo spetsializirovannogo kombinata Ukraïnskogo Gosudarstvennogo objedinenija “Radon”], (1994), Kyiv, -55 p. (Rus)

УДК 631.89:631.6:691.311

ВИКОРИСТАННЯ ФОСФОГІПСУ В СТВОРЕННІ СКЛАДНИХ КОМПОСТІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Іващенко Т.Г., Новосельська Л.П.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,
вул. Митрополита Липківського, 35, 03035, Київ,
<http://dea.gov.ua/>

Створення складного компосту з використанням фосфогіпсу передбачає поліпшення багатьох позицій ґрунтового процесу - фізичних, хімічних і біологічних особливостей: утворенням сульфату амонію, формуванням активних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, що підсилюють ферментативну активність у плані формування всього ґрунтового процесу. Фосфогіпс, при внесенні в складний компост, а потім в ґрунт, сприяє утворенню малорозчинних сполук із важкими металами виконує природоохоронну роль.

Аналізуючи досвід господарювання та трансформації земельних відносин за останні двадцять років на Україні, вчені дійшли висновку [1], що всі

економічні, технологічні, юридичні механізми, що застосовувалися для збереження родючості земель, не були достатньо ефективними. Втрата родючості земель в Україні набула і продовжує набувати глобального характеру.

Із проведених розрахунків [1] балансу поживних речовин та гумусу в ґрунтах України, можна зробити висновок, що сільгоспвиробниками із кожним роком не дотримується основний закон землеробства – винесення поживних речовин повинно компенсуватися шляхом їх повернення в ґрунт. Як наслідок, масмо від’ємний баланс поживних речовин та від’ємний баланс гумусу в ґрунтах.

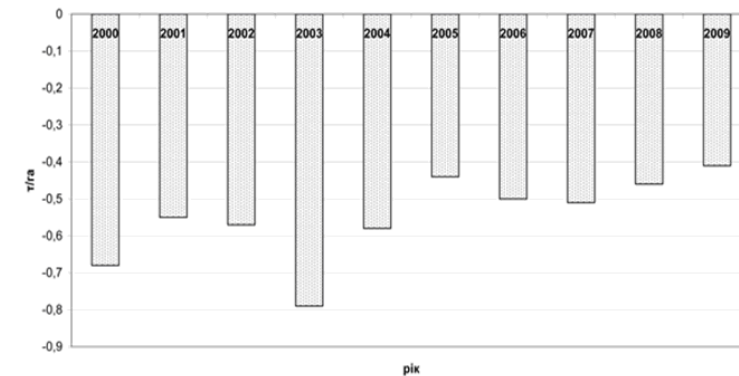


Рис.1. Баланс гумусу в ґрунтах України у 2000—2009 роках [1].

Із ґрунтів сільськогосподарських ландшафтів тільки при збиранні врожаю виноситься велика кількість біогенних елементів у складі врожаю. Зокрема, з 1га ґрунту виноситься разом із 1,9-4,3т зібраного зерна озимої пшениці майже 10кг азоту, 1,4 кг оксидів фосфору і до 2,0кг оксидів калію, а з соломою (4,5-7,0т/га) – відповідно 3,0кг, 0,4кг, 3,0кг. Із ґрунту виносяться не тільки макро, а також мікроелементи: наприклад, із 1га з зерном і соломою разом узятих виноситься 600г марганцю, 300г барію, 200г титану, 100г цинку, 30г міді. Значна біогенна міграція елементів відбувається при вивозі деревини: з 1га лісу - 100-600т біогенних елементів [2].

Виправлення цього стану можливе за рахунок впровадження в сільське господарство складних компостів. Створення складних компостів та їх застосування виникло також у відповідь на внесення великих норм мінеральних добрив, особливо азотних.

Складні компости при правильній їх заготівлі є самостійними ґрунтопідбними утвореннями, що створюються людиною на підтримку природних законів природи - захищати і зберігати родючість ґрунту. Вони представляють

собою штучне створення комплексних сумішей різних відходів, визначають збагачення верхнього шару ґрунту органічними і мінеральними дисперсними та колоїдними системами і вдосконалюють його екологічні функції, що є важливим направленням у розвитку практичної екології та землеробства.

Здатність мінеральних відходів зберігати високу стабільність при їх введенні в складний компост в дисперсному варіанті, повільно трансформуючись у органічно-мінеральні сполуки, є важливою і дуже цінною в практичному відношенні властивістю з підтримки сприятливих для живих організмів фізичних, хімічних і біологічних характеристик субстрату. Для агрономії в складному компості важливо мати лабільні і легко розчинні мінеральні сполуки, що швидко вивільняються для розвитку живих організмів у великих кількостях (Са, S, Р та ін.). Мінеральною добавкою для створення складного компосту може бути фосфогіпс.

За дослідженнями автора [3], позитивна дія впливу гіпсу і фосфогіпсу на врожайність зерна ячменю спостерігалася протягом 14 років і представлена в табл.1.

Таблиця 1.

Врожайність зерна ячменю на лугово-чорноземних солонцях в залежності від меліоративних прийомів, ц/га (Цвей Я.П., 1999). [3]

Варіант досліджу	1976-1980 рр.	1982-1985 рр.	1987-1988 рр.	1976-1988 рр.
1. Контроль	9,2	12,0	11,0	10,5
2. Гіпс, 14,5 т/га під оранку (1974 р.)	12,4	18,9	19,4	16,0
3. Фосфогіпс, 14,5 т/га під оранку (1974 р.)	12,6	17,9	19,2	15,7
4. Фосфогіпс, 14,5 т/га (1974 р.) + 7,0 т/га в 1981 р.	-	17,3	19,2	-
Середня урожайність по фоні, ц/га	-	16,5	-	-

Вимоги до фосфогіпсу, як меліоранту в сільському господарстві, повинні відповідати ТУ 24 1-31980517-002:2005.

Таблиця 2.

Склад фосфогіпсу згідно ТУ 24 1-31980517-002:2005.

Найменування показників	Норма
Агрегатний стан, зовнішній вигляд, запах.	Вологий, розсипчастий продукт білого або від світло-сірого до темно-сірого та коричневого кольору
Масова частка сульфату кальцію (CaSO ₄ *2H ₂ O), в перерахунку на сухий дигідрат, %, не менше	80
Масова частка гігроскопічної вологи, % не більше	26
Масова частка водорозчинних фтористих сполук (Na ₂ SiF ₆ , Ca ₂ SiF ₆ , та ін) в перерахунку на Fв.р., %, не більше	0,6
Масова частка загальних фосфатів (P ₂ O ₅ заг.)%, не більше.	2

З'ясовано [5], що технологічний фосфогіпс з фосфоритної сировини, який є відходом виробництва фосфорної кислоти за теперішнім часом (свіжий) Дніпровського заводу мінеральних добрив відповідає марці ФГД-2 по ТУ У 26.5-30299063-007-2004 «Фосфогіпс дрібнодисперсний ФГД» і має наступні фізико-хімічні показники:

- Вміст основної речовини (CaSO₄·2H₂O) в перерахунку на осушений дигідрат сульфату кальцію – 90,8 % мас.;

- Вміст гігроскопічної (надкristалізаційної) вологи – 22,5 % мас.;

- Вміст загального фосфору в осушеному продукті (у перерахунку на P₂O₅) – 0,95 % мас.;

- Вміст водорозчинних фосфатів в осушеному продукті (у перерахунку на P₂O₅) – 0,1 % мас.

При порівнянні хімічного складу основних компонентів фосфогіпсу, отриманого ЗАТ „Дніпровський завод мінеральних добрив” (м.Дніпродзержинськ) з кольського апатиту і сирійських фосфоритів показано, що він відповідає вимогам ТУ 24 1-31980517-002:2005 і може використовуватися в сільському господарстві.

Таблиця 3.

Хімічний склад апатитового і фосфоритового фосфогіпсу (Іващенко Т.Г., 2010) [5].

Назва хімічної речовини в складі фосфогіпсів	Вміст хімічної речовини, % мас.	
	З кольського апатиту	З сирійських фосфоритів
Склад (у перерахунку на суху речовину):		
• CaSO ₄ ·2H ₂ O	> 90	> 90
• F	0,3-0,4	0,2-1,3
• (P ₂ O ₅) _{заг}	1,0-1,2	0,95
• (P ₂ O ₅) _{вод}	0,5-0,6	0,1
Гігроскопічна (надкristалізаційна) вода	6-20	10-23

Одним із перспективних напрямів використання фосфогіпсу в сільському виробництві є його перероблення в комплексні мінеральні, органо-мінеральні добрива та складні компости.

Основна відмінність складного компосту - це його висока продуктивність біоосної системи, здатної значний період часу (протягом 4-6 років) підтримувати у верхньому шарі ґрунту систему високого життєзабезпечення різних організмів

Розрахункові дози добрив ні в якому разі не можна вважати сталими, оскільки потреба в поживних речовинах для запланованого врожаю є величиною змінною, яка залежить від родючості ґрунту і кліматичних умов, сортів, комплексу агротехнічних заходів тощо [2, 3, 4]. Тому одним із важливих етапів створення складних компостів є підбір основних видів відходів від 6 і більше. Від того, наскільки вдало будуть враховані особливості сполучення в цілому тих чи інших компонентів, визначиться успішність виконання поставленого завдання.

Компостування є одним із прикладів біологічного методу утилізування відходів. У його основі лежить здатність різних груп живих організмів у процесі своєї життєдіяльності розкласти і засвоювати з складних компостів поживні речовини, прискорюючи при цьому нейтралізацію органічних токсикантів, важких металів, створюючи запас азотних і фосфорних сполук. Процес біодеградації відбувається з помітною швидкістю при оптимальній температурі і вологості субстрату. Важливе значення має також рН середовища. Умови з нейтральною реакцією середовища є ідеальними для біо-

розкладу. Перемішування суміші сприяє активізації мікробіологічних процесів в компостах.

Формуванням складних компостів і вивченням їх фізико-хімічних та біологічних властивостей займалися вчені Кубанського державного аграрного університету [6-17].

Багатокомпонентний складний компост представляє собою гарне середовище для розвитку значного числа видів і популяцій живих організмів, які продукують ферменти, вітаміни та інші активні речовини. За хімічним і фізичним властивостям складні компости є гетерогенними і багатодисперсними тимчасовими системами, а по генофонду живих організмів являють собою багатий комплексний субстрат. Тому особливо відповідальним етапом у підготовці складних компостів є розвиток їх мікробних спільнот.

У складному компості біологічну основу його розвитку визначає саме поведінка прокариотів, фізико-хімічна комбінація обмінних реакцій органічних і хімічних сполук, а також інші форми комбінаторних процесів. Продумана компановка різних відходів в складному компості (наприклад, лужна кислотність свинячого навозу і кисла реакція фосфогіпсу) вирівнює реакцію середовища до нейтральної складного комплексу на основі хімічної реакції нейтралізації в цілому усієї підбіраною суміші. Формування специфічних мікробіоценозів йде за рахунок використання підлуговуючих органічних складових - перегною ВРХ і свиней (підстилочного та рідкого), курячого посліду, осадів стічних вод, дефекату, рослинних залишків та інших відходів, а також істотно підкислюючих мінеральних субстратів -

фосфогіпсу, відходів калійних добрив і т.д.

Мікроорганізми складних компостів, що використовують як джерело енергії та харчування органічний вуглець, служать основним біотичних агентом трансформації органічної речовини, а їх біомаса є динамічним джерелом оновлення органічної речовини ґрунту. Розкладаючи і окислюючи органічні субстрати, мікроорганізми редикують складні з'єднання в більш прості, які реутилізуються або піддаються хімічній, фізико-хімічній переробці разом з мікробними метаболітами У складних компостах формуються співтовариства мікроорганізмів із самими різними функціями. Живі організми в складному компості (бактерії, гриби, водорості одноклітинні, актиноміцети та ін.) умовно можна розділити на активні і неактивні, з яких активна група складає приблизно до 15%. Живі організми в складному компості в початковий період його формування розрізняються видовим і популяційним складом, а також по щільності розподілу їх таксонів: одні з них можуть розкладати органічну речовину, а інші - її стабілізувати. З'ясовано, що об'єднання в складні зближувалися, в основному, через місяць їх розвитку [8, 11, 12]. Особливо у формуванні складних компостів це стосувалося амоніфікуючих, амілолітичних і оліготрофних мікроорганізмів, що характеризувалися схожістю харчування. Істотно ці групи організмів різнилися в складних компостах в порівнянні з варіантами впливу мінеральних добрив [8]. При змішуванні різних відходів після закінчення одного-двох тижнів розвитку організми досить швидко об'єднуються в групи по функціональному використанню в

якості ресурсу органічної речовини і її трансформації в гумус (глинисто-гумусовий комплекс), а також в органічні кислоти, амінокислоти, ферменти та інші сполуки [11, 13].

У біомасі складного компосту при додаванні фосфогіпсу частка мікроорганізмів у складі органічної речовини доходить до досить значних величин, що істотно подовжує кругообіг вуглецю та азоту. Так, у складному компості, що включає напівперепрілий гній ВРХ, або свинячий гній, курячий послід з додаванням соломи ячменю, відходів годування і очищення зерна, лушпиння соняшника і залишків цукрового буряка, а також фосфогіпсу загальна чисельність мікроорганізмів на 30-й день після його змішування складала понад 240 млн клітин, а з одним напівперепрілим гноем РКС - близько 107 млн клітин [14,15].

Введення мінеральних відходів у складний компост сприяє утворенню в ньому мікро- і макроагрегатів органо-мінерального комплексу. Агрегація органічних і мінеральних часток є досить важливою основою фізичної стабільності органічної речовини, а самі агрегати виконують роль головного зберігача в складному компості органічного вуглецю. Основним організатором агрегатного комплексу в складному компості є органічна речовина. При внесенні мінерального відходу, основу якого складає кальцій, ядром формування агрегатів виступають мінеральні частинки розміром менше 0,1мм, на які «наклеюється» маса органічних (гумінові речовини, білки тощо) і дрібних мінеральних часток (алюмосилікати) [16].

З'ясовано [15], що у складних компостах одні групи живих організмів

для свого розвитку використовують виділення інших груп - різні органічно-біологічно активні речовини: амінокислоти, вітаміни, ферменти, а також рухливі мінеральні елементи, такі як азот, фосфор, сірку та ін. Розкладаючи органічні сполуки, мікроорганізми поступово підсилюють дихання і на окремих етапах істотно прискорюють кругообіг речовин. Наприклад, розкладання органічної речовини, як правило, посилює денітрифікацію і, як наслідок, призводить до газоподібних втрат молекулярного азоту.

Актиноміцети - плісняві бактерії, або променисті гриби, є перехідною формою між бактеріями і грибами. Представники актиноміцетів - аероби, розмножуються в основному у верхньому шарі складного компосту. Актиноміцети утворюють найпростіший одноклітинний міцелій, частина якого зазвичай занурюється в органічні речовини, що розщиплюються, а інша розташовується на їх поверхні. Актиноміцети синтезують антибіотичні речовини, які пригнічують ріст і розвиток патогенних бактерій і грибів. Вони здатні співіснувати з фотосинтезуючими бактеріями; мають велике значення у формуванні родючості складного компосту, активно утворюють гумус і гумусоподібні речовини. Значна частина актиноміцетів синтезує бурий пігмент і різні біологічно активні речовини: антибіотики, гормони, вітаміни групи В, істотно оздоровлюють складний компост. Основна група актиноміцетів - гетеротрофи, в харчуванні використовують органічні речовини (целюлоза, різні вуглеводні нафти, феноли і т.д.) і автотрофи (мінеральні джерела). Актиноміцети поліморфні, екологічно мінливі, легко

мутують, для їх розвитку потрібні цинк і марганець.

Фотосинтезуючі бактерії представляють незалежну групу мікроорганізмів, що синтезують корисні речовини з виділень відходів рослин, органічних залишків і навіть шкідливих газів (у разі сірководню), що використовують сонячне світло і тепло субстрату (наприклад, кінський гній) в якості джерела енергії. Ця група бактерій виділяє амінокислоти, нуклеїнові кислоти, біологічно активні речовини і цукри, які сприяють зростанню організмів, поглинаються ними без перекладу в більш прості форми і одночасно використовуються в якості субстрату іншими корисними мікроорганізмами.

Дріжджі є складовою частиною співтовариства мікроорганізмів, синтезують корисні для росту рослин речовини з амінокислот і цукрів, продукованих бактеріями і водоростями. Біологічно активні речовини типу гормонів і ферментів, вироблених дріжджами, стимулюють ростові процеси. Крім того, в результаті бродильних процесів, здійснюваних дріжджами, відбувається природне розпушення складного компосту і поліпшення його структури.

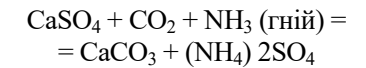
Ферментні гриби формуються в складному компості в значній кількості. Видовий склад їх дуже різноманітний і обумовлений умовами компостування. Широко представлені в складному компості цвілеві гриби, що утворюють розгалужений міцелій, який переплітає масу органічних речовин. Гриби розкладають органічну речовину, продукують етиловий спирт, складні ефіри та антибіотичні речовини. Вони пригнічують запахи і запобігають зараженню складного компосту комахами і їх личинками. Фермента-

тивні гриби є важливими деструкторами залишків рослин, що важко розкладаються бактеріями. Комплекси різних грибів з іншими мікроорганізмами переробляють залишки рослин зі зміною грибних сукцесій; деякі види грибів споживають нафту і сприяють очищенню ґрунту. Ферментуючі гриби виділяють пігменти і антибіотики, які з'єднуються з іншими органічними сполуками, утворюють органо-мінеральні комплекси.

З'ясовано [13,14,16], що при додаванні фосфогіпсу в гній процесі структуроутворення в ґрунті помітно активуються. Найбільш ефективно застосування складного компосту проявилось з пошаровим розміщенням різних відходів. При чергуванні шарів окремих відходів відбувається поглинання аміаку у зв'язку з обміном катіонів, наприклад, у фосфогіпсі на іон амонію. У розрахунку на 100т напівперепрілого гною в складному компості за участю фосфогіпсу зберігається до 500кг азоту. Висока ємність катіонного обміну та органічних речовин визначає значне поглинання більшої частини амонію і його закріплення в гранулах. Сума поглинутих катіонів становить від 30 до 40мг-екв./100 г, що при заміщенні всього 30% ємності поглинання мінеральними катіонами фосфогіпсу буде збережено в компості сульфату амонію приблизно 10-12мг-екв./100 г субстрату або 100-120кг на 1т фосфогіпсу.

Процеси інтенсифікації розкладання органічної речовини мікроорганізмами, активації нітрифікації і денітрифікації помітно посилюються, тому що хімічні реакції між ППК ґрунту і хімічними сполуками, внесеними складним компостом, помітно зростають. Наприклад, при включенні в

складний компост фосфогіпсу з поєднанням напівперепрілого гною ВРХ, пташиним послідом, осадами стічних вод та іншими органічними відходами можна зареєструвати проходженням реакції:



При формуванні сприятливих умов (висока температура і вологість всередині компосту) така реакція протікає досить інтенсивно і кількість доступного рослинам азоту збільшується. Крім того, зниження денітрифікації уповільнює процес руйнування органічної речовини і зменшує втрати газоподібного азоту. Коагуляція органічних і мінеральних колоїдів істотно скорочує їх вимивання в ґрунтові води [6, 9,12, 13, 16].

Кисла реакція водного розчину фосфогіпсу і, особливо, наявність великої кількості фосфорних сполук, таких окислювачів, як фтор і хлор, хоча і в невеликих кількостях, а також його коагулюючі властивості, зумовили мацерацію верхніх тканин яєць різних паразитів і їх загибель за короткий термін [13].

З'ясовано [13,14,16], що при додаванні фосфогіпсу в гній процесі структуроутворення в ґрунті помітно активуються. Найбільш ефективно застосування складного компосту проявилось з пошаровим розміщенням різних відходів. При чергуванні шарів окремих відходів відбувається поглинання аміаку у зв'язку з обміном катіонів, наприклад, у фосфогіпсі на іон амонію. У розрахунку на 100т напівперепрілого гною в складному компості за участю фосфогіпсу зберігається до 500кг азоту. Висока ємність катіонного обміну та органічних речовин визначає

час значне поглинання більшої частини амонію і його закріплення в гранулах. Сума поглинених підстав становить від 30 до 40 мг-екв./100 г, що при заміщенні всього 30% ємності поглинання мінеральними катіонами фосфогіпсу буде збережено в компості сульфату амонію приблизно 10-12 мг-екв./100 г субстрату або 100-120 кг на 1 т фосфогіпсу.

Фосфогіпс та інші відходи, що містять мінеральні колоїди, які знаходяться в розчиненій формі в рідкій фазі, виступають «щільним екраном» для проникнення газоподібного аміаку та інших сполук азоту. Наприклад, фосфогіпс погано пропускає через себе рідину гною, його частинки набухають, поглинаючи вологу, в масі вона збільшується на 60-70%, не пропускаючи в підстильний ґрунт рідку частину напівперепрілого гною. Разом із азотними добривами фосфогіпсом затримуються також калій і вуглець в силу їх сильного агрегування з напівперепрілим гноем. Чим сухіший фосфогіпс, тим вище позитивний ефект від його компостування із напівперепрілим навозом [16].

Складний компост, в якому регулюються кислотність та рівень органічних речовин за допомогою додавання у відповідній кількості навозу, рослинних залишків та фосфогіпсу, вноситься в ґрунт рано навесні або восени. Такий компост здатний підтримувати вологість у верхніх шарах ґрунту до 12% і вище, що відповідним чином впливає на перехід розчинних форм важких металів у важкодоступні [15,16,19].

Важливо відзначити також природоохоронну роль фосфогіпсу, при внесенні якого в складний компост, а по-

тім в ґрунт утворюються малорозчинні сполуки з важкими елементами. Підвищення в субстраті складного компосту кількості глинистих сполук і неорганічних речовин сприяє зниженню лужності і при нейтральній реакції сумішей (до рН 6,8-7,2) значна частина рухливих сполук важких металів переходить у важкодоступні для рослин речовини.

Кальцій, що надходить у складний компост в основному з твердими і рідкими мінеральними відходами, посилює водоспоживання нового утворення, визначає міцність структурних агрегатів, утворених в основному дисперсними і колоїдними мінеральними системами, знешкоджує токсичну дію багатьох солей важких металів.

Важкі метали шкідливо діють на рослини, використовуючи для цього багато "прийомів", серед яких, наприклад, такі:

- As, Au, Br, Cd, Cu, F, Hg, I і Pb порушують проникність клітинних мембран;

- As, Hg і Pb блокують у клітині реакції тіольних груп із катіонами;

- As, Sb, Se, Te, W і F конкурують із життєво важливими метаболітами;

- Al, Ba, Se, Hf і Ce впливають на фосфатні групи й активні центри АДФ (аденозиндіфосфорна кислота) і АТФ (аденозинтрифосфорна кислота);

- Cs, Li, Rb, Se і Sr заміщають життєво важливі макроеlementи (Ca, Mg та ін.).

Найбільш загальними реакціями дії важких металів на біоструктуру клітини є реакції з SH-, NH₂- і COOH-групами білкових молекул. Зокрема, Hg, Pb, As, Cd безповоротно інактивують ферменти клітини, зв'язуючи вхідні до їхнього складу SH-групи цистину і цистеїну з утворенням меркаптидів.

Завдяки такій особливості, зазначені метали отримали назву *тіолових отрут*, токсичність котрих тим вище, чим міцніше вони зв'язуються із сіркою.

Катіони токсичних металів використовують і такий "прийом", як аглютинація (злипання) білкових ниток (міцелл), що знаходяться в цитоплазмі. Це відбувається завдяки здатності катіонів до нейтралізації негативного заряду міцел, які після цього втрача-

ють спроможність взаємно відштовхуватися (як будь-які однаково заряджені частинки) і починають злипатися. Тобто, відбувається дестабілізація колоїдних структур клітини [19].

Проведено [5] аналіз концентрації найбільш небезпечних домішок у фосфогіпсі ФГМ – важких металів (а також миш'яку) з урахуванням норм ГДК по ДСанПіН 2.2.7.029-99 (табл. 4).

Таблиця 4.

Вміст важких металів та As у фосфоритному фосфогіпсі [5]

Домішка	Валова концентрація, мг/кг		ГДК в ґрунті по ДСанПіН 2.2.7.029-99 (для валової форми)
	Атомно-адсорбційний полум'яний спектрофотометр Aas-1n	Атомно-адсорбційний спектрофотометр «Сагурн»	
Свинець (Pb)	< 0,1	< 5	32,0
Кадмій (Cd)	< 0,1	0,4	-
Кобальт (З)		< 1,2	5,0*
Нікель (Ni)	8,0 (< 0,1*)	< 2	4,0*
Хром (Cr)	< 0,1 (< 0,1*)	4,8	6,0*
Марганець (Mn)	< 0,1	< 0,5	1500
Ванадій (V)		< 25	100
Мідь (Cu)	70 (2,2*)	< 10	3,0*
Олово (Sn)		< 70	-
Талій (Tl)		< 5	-
Ртуть (Hg)	< 0,1	< 5	5,0
Миш'як (As)**	5,24	3	10,0
Цинк (Zn)	67,8 (16,0*)		37,0*

* - для рухомої (водорозчинної) форми;

** - аналіз виконувався фотометричним способом.

На підставі хімічного складу фосфогіпсу, а також вмісту в ньому небезпечних складових – важких металів, з урахуванням їх незначної рухливості в буферних середовищах і практичній нерозчинності у воді, фосфоритний фосфогіпс відповідно до токсикологічного висновку віднесений до малонебезпечних відходів (IV клас токсичності).

Дані щодо питомої активності окремих природних радіонуклідів у фосфогіпсі, а також кількісних показників переходу ізотопів з фосфориту у фосфогіпс, в процесі отримання екстракційної фосфорної кислоти, у відомій літературі представлені в недостатньому об'ємі. Тому було поставлено завдання детально вивчити ці питання.

Визначалася питома активність деяких природних радіонуклідів у сирійському фосфориті і отриманому з нього фосфогіпсі (табл.5). Дослідження проводилося в ТОВ «Центр радіоекологічного моніторингу» (м. Жовті

Води) на атестованих гамма-бета-спектрометричному комплексі «ПРО-ГРЕСС-БГ», альфа-спектрометрі «Прогрес-альфа» і гамма-спектрометрі з напівпровідниковим HPGe детектором фірми ORTEC (США).

Таблиця 5.

Питома активність природних радіонуклідів в сирійському фосфориті і в отриманому з нього фосфогіпсі [5]

	Питома активність природних радіонуклідів, Бк/кг								
	Ra-226	Th-232	K-40	U-234	U-235	U-238	Po-210	Pb-210	Th-230
Фосфорит сирійський	780 ±140	< 10	< 60	650 ±115	31,6 ±8,4	650 ±115	463 ±93	720 ±120	792 ±110
Фосфогіпс ФГМ	421 ±84	< 8	< 50	92 ±28	4,5 ±1,3	92 ±28	234 ±54	435 ±92	387 ±100
Відсоток переходу радіонукліда з фосфориту у фосфогіпс	54,0			14,2	14,2	14,2	50,5	60,4	48,9

Вміст торію-232 і калію-40 у фосфориті та фосфогіпсі незначний і знаходиться на межі чутливості методів вимірювань.

Ефективна питома активність природних радіонуклідів для негранульованого фосфоритного фосфогіпсу при використанні його в сільському господарстві для гіпсування ґрунтів розраховувалася відповідно до НРБУ-97 по формулі $A_{ef} = A_{Th-232} + A_{Th-230}$ і склала 800 Бк/кг при нормі 1900 Бк/кг, тобто близько 40 % від гранично допустимого значення. Тому такий фосфогіпс можна рекомендувати для створення складних компостів.

Внесення в ґрунт складного органічного компосту, що включає органічні речовини і полуторні окисли, при зниженні лужної реакції субстрату до рН 7,0-7,3 дозволяє за рік суттєво зменшити вміст рухомих форм важких металів (Cd, Co, Cu, Mg, Ni, Pb, Zn) на 60-70% - в основному шля-

хом переводу їх у важкодоступні для рослин з'єднання.

Джерелом кальцію в компості може бути фосфогіпс, доломіт, крейда, вапняна мука та інші природні мінерали, а також залишки сполук органічних утворень - зола деревних порід, кукурудзи, відходів лущиння соняшника тощо.

Таким чином, створення складного компосту з використанням фосфогіпсу передбачає поліпшення багатьох позицій ґрунтового процесу - фізичних, хімічних і біологічних особливостей: утворенням сульфату амонію, формуванням активних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, що підсилюють ферментативну активність у плані формування всього ґрунтового процесу.

Використання фосфогіпсу при вирощуванні їстівних грибів.

В теперішній час виробництво їсти-

вних грибів відбувається за участю сучасних інтенсивних технологій у великих спеціалізованих комплексах.

Будучи сапрофітами, їстівні гриби успішно ростуть на штучному субстраті, Основним вихідним матеріалом для приготування субстрату для їстівних грибів є кінський гній [20]. Субстрат, що приготовлений на основі кінського гною називається *натуральним*. Поряд з натуральним субстратом господарства широко впроваджують використання *напівсинтетичного*, який може готуватись із гною інших тварин (рогатої худоби, овець, кіз, свиней) і соломи, та *синтетичного субстрату*, що готується на основі лише соломи і курячого посліду.

Другим компонентом за величиною використання при створенні субстрату є пшенична або житня солома - постачальник вуглеводів. менше використовується ячмінна, вівсяна або рисова. Слід зауважити, що для приготування субстрату варто використовувати тільки свіжу солому, що має золотистожовте забарвлення. Гнилу, прілу, чорну солому використовувати для культивування печериць заборонено.

Третю складову становлять мінеральні добавки: гіпс (надає необхідну структуру і збагачує субстрат на кальцій), крейда, аміачна селітра, сечовина, доломітове борошно та інші матеріали. Вода використовується для зволоження всіх перерахованих компонентів.

Для приготування якісного субстрату необхідно знати першочергову вологість компонентів, вміст азоту, фосфору, калію, кальцію для розрахунку необхідної кількості мінеральних добавок. Враховуючи оптимальний вміст поживних елементів рекомендуються деякі рецептури субстратів для

печериць фермерських господарств[20].

Таблиця №6.

Класичний натуральний субстрат на основі кінського гною.

	Компоненти	Кількість, кг
1.	Кінський гній (свіжий)	2000
2.	Солома	50
3.	Сечовина	5
4.	Сульфат амонію	5
5.	Суперфосфат	5
6.	Крейда	7,5
7.	Гіпс	60

Таблиця №7

Напівсинтетичний субстрат з використанням гною свійських тварин

	Компоненти	Кількість, кг
1.	Пшенична солома	2000
2.	Кукурудзяні початки (змелені)	340
3.	Гній ВРХ середньосоломянистий	3200
4.	Курячий послід	2000
5.	Сечовина	100
6.	Аміачна селітра	400
7.	Гіпс	200

Таблиця №8.

Синтетичний субстрат без використання кінського гною

	Компоненти	Кількість, кг
а)		
1.	Солома	2000
2.	Курячий послід	2000
3.	Сечовина	50
4.	Гіпс	170
5.	Суперфосфат	40
6.	Крейда	100
б)		
1.	Солома	2000
2.	Курячий послід	2000
3.	Гіпс	120

Гіпс відіграє важливу роль в приготуванні компосту. Хоча його використовують всього біля 60кг на 1 тунну

соломи. Він відіграє вирішальну роль у формуванні структури і кислотності компосту. Кислотність, в свою чергу визначає форму вмісту азоту в компості. Це дуже важливий показник для харчування міцелію печериць, які засвоюють органічний азот, але вони можуть використати також аміачний азот. При високих показниках рН, аміачний азот переходить у вільний, газоподібний аміак, який є токсичним для міцелію печериць. Тому одним із найважливіших показників якості компосту є повна відсутність запаху аміаку.

Для регулювання кислотності компосту можна використовувати фосфогіпс

Фосфогіпс не тільки регулює кислотність компосту, він є також поставальником макро- та мікроелементів для розвитку мікроорганізмів та приймає участь в створенні структури

гумусу. *Норма внесення фосфогіпсу в компост становить в середньому - 40 кг на тонну соломи. Кількість внесення гіпсу або фосфогіпсу розраховується індивідуально, виходячи з якості та кількості органічної сировини, що використовується для створення складного компосту. Після вирощування грибів ґрунт можна використовувати як органічне добриво в сільському господарстві [20].*

Висновки

Використовувати фосфогіпс як мінерального компоненту разом з органічними відходами тваринництва та птахівництва дає можливість створювати якісні складні компости як повноцінні добрива для формування гумусу і всього ґрунтового процесу, а також вирішенню важливої проблеми - утилізації відходів сільського господарства та хімічної промисловості.

Літературні джерела.

1. Бойко А.В. Формування економічного механізму збереження потенціалу родючості земель. - Агросвіт № 1, 2012.-с.8-10
2. Корабльова А.І. Основи екології та екологічні засади ефективного управління у галузі природокористування / А.І.Корабльова, Г.Г.Шматков, Т.Г.Іващенко, Л.П.Новосельська.- Навч. посібник. - Херсон, 2014.-417с.
3. З.Цвей Я. П., Іваніна В.В. Солонцеві ґрунти та рекомендації по їх меліорації .- Київ -1999 р.,43с.
4. Брошак І.С. Основні вимоги до встановлення оптимальної кислотності ґрунтів Тернопільської області /І.С. Брошак, О.Я.Майструк. В науковому збірнику «Охорона родючості ґрунтів».-Київ, 2010.-вип 6, с.2-10.09.07.2010 р.
5. Іващенко Т.Г.Екологічно безпечні процеси утилізації фосфогіпсу і конверторного шлаку/ Т.Г.Іващенко. Автореф. канд дис. Хмельницький, 2010.-23с.
6. Муравьев Е.И., Добрыднєв Е.П., Белюченко И.С. Перспективы использования фосфогипса в сельском хозяйстве // Экол. Вестник Сев.Кавказа, 2007. Т.4. № 1. С. 107-115.
7. Белюченко И.С. Влияние фосфогипса на трансформацию азота в черноземе обыкновенном степной зоны Кубани // Экол. Вестник Сев. Кавказа. 2008. - Т. 4. - № 2. - С. 144-147.
8. Белюченко И.С. Сложный компост и его роль в улучшении почв // Экол. Вестник Сев. Кавказа. - 2012а. - Т. 8. - № 2. - С. 75-86.
9. Белюченко И.С., Муравьев Е.И. Коллоидный состав и коагуляционные свойства дисперсных систем почвы и некоторых отходов промышленности и животноводства // Тр. КубГАУ. 2008. № 11. С. 177-182.
10. Белюченко И.С. К вопросу о механизмах управления развитием сложных компостов // Экол. Вестник Сев. Кавказа, 2012в. - Т. 8. - № 3. - С. 88-111.

11. Байбеков Р.Ф. Научно-практические рекомендации по применению фосфогипса нейтрализованного в качестве химического мелиоранта и серного удобрения./Р.Ф.Байбеков, И.А.Шильников, Н.И.Аканова . - М:ВНИИА, 2012.- 42 с.
12. Муравьев, Е.И. Фосфогипс и проблемы его использования в сельском хозяйстве / И.С. Белюченко, Е.П. Добрыднєв, Е.И. Муравьев, О.А. Мельник, Д.А. Славгородская, Е.В. Терещенко, В.В. Гукалов // 1-й Международный аграрный конгресс «ЮГАГРО». – Краснодар, 2008. – С. 29.
13. Белюченко И.С. Использование отходов быта и производства для создания сложных компостов с целью повышения плодородия почв // Тр. / Куб ГАУ, 2012 б. - Т. 1. - № 38.- С. 68-72.
14. Белюченко И.С. Применение органических и минеральных отходов для подготовки сложных компостов с целью повышения плодородия почв // Тр. / Куб ГАУ, 2012г. - Т. 1. - № 39. - С. 63-68.
15. Муравьев, Е.И. Источники поступления и распространения тяжелых металлов в агроландшафтах / Е.И. Муравьев, Л.Б. Попок, Е.В. Попок, В.Н. Гукалов // Экологический Вестник Северного Кавказа. - 2008. - Т. 4. - № 1. - С. 25-30.
16. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на физические свойства земельного покрова / И.С. Белюченко. Научный журнал КубГАУБ №95(01), 2014 г.
17. Бушуев Н.Н. Физико-химические основы влияния примесей фосфатного сырья в технологии фосфорсодержащих минеральных удобрений и чистых веществ /Н.Н.Бушуев. Докт. дис. Москва. - 2001, 238с.
18. Бондарь А.И. Особенности почвообразования осушенных почв мелководий Кременчугского водохранилища / А.И.Бондарь. Канд дисс.,-1985, 260с.
19. Корабльова А.І. Вступ до екологічної токсикології: А.І. Корабльова, Л.Г. Чесанов, А.Г.Шапар.Навч. посібник.-Дніпропетровськ: Поліграфіст,2003.-372 с.
20. Вдовенко С.А. Вирощування їстівних грибів / С.А. Вдовенко.- Навч. посіб., 2010.- 120с.

УДК 630

ЕКОЛОГО – ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНИХ ПЕЛЕТ В УКРАЇНІ

Олевська Тетяна Володимирівна, Косяк Ірина Віталіївна
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
університет»,
Україна, м. Київ, проспект Перемоги 37.
irynakosiak@gmail.com

Розглянуто екологічні та економічні аспекти використання паливних пелет. Було здійснене порівняння пелет з іншими видами палива, наведено їх переваги, розраховано економічний ефект використання пелет у грошовому еквіваленті. **Ключові слова:** паливо, паливні пелети, екологічне паливо, деревні гранули, вуглецево – нейтральне паливо.

Постановка проблеми

Забруднення навколишнього середовища в результаті спалювання вихідних видів палива та «нафтове рабство» сучасного суспільства призводять до пошуків людством альтернативних видів палива. Останнім часом з'явилося безліч проектів спрямованих на створення конкуренції нафтопродуктам і найвищу популярність отримав так званий біо паливний проект. Одним з найбільш простих варіантів біо палива є деревні гранули, які мають поширену промислову назву - пелети.

За умов постійного зростання цін на газ і електроенергію з однієї сторони, та техногенне екологічне навантаження на довкілля з іншої – українці все частіше замислюються про пошук нового виду палива. Саме тому актуальним є дослідження використання одного з найпопулярніших та доступних альтернативних видів палива в останній час - паливних пелет. В даній роботі розглянуто еколого – економічні аспекти використання паливних пелет.

Виклад основного матеріалу

Паливні пелети являють собою гранули у формі циліндрів заданої товщини (як правило, 8 мм), які виготовляються з стружки, тирси, відходів сільського господарства (соломи, лушпиння соняшнику) і деяких видів торфу.

Ідея організувати виробництво пелет в середині минулого століття пелет належить американцеві німецького походження Рудольфу Буннерману. В основу ідеї лягла причина – як заощадити на транспортуванні відходів зі своєї лісопилки. Він вирішив ці відходи спресувати. Невдовзі виявилось, що спресовані пелети горять краще, ніж дерево.

Для виробництва пелет використовують найдешевшу деревину, яка для іншого застосування вже не придатна. Для цього використовується комплекс обладнання для виробництва пелет. Сепаратор сортує ці дрібні відходи, відсіваючи від них пісок, землю, шлак. А потужний магніт, витягує залізо (цвяхи тощо). Транспортер відправляє сировину далі в молоткову дробарку,

де їх остаточно подрібнюють, перетворюючи в тирсу.

Отриману тирсу необхідно підсушити. З цією метою вона надходить в окремий закритий бункер сушарку. До цього в приміщення, де сохне тирса, йдуть труби з газової котельні нагрівачою воду для радіаторів сушіння. На таких «батареях» тирса повністю висихає.

З абсолютно сухої сировини тепер необхідно сформувати гранули. Ця процедура виконується в пресі-грануляторі, де вплив пари високої температури призводить до перетворення деревного «борошна» в тісто. Після перемішування маси її знову підсушують.

Коли в пресі-грануляторі при тиску в 300 атм деревне борошно стискається, вона стає значно щільніше звичайної деревини. «Склеювання» відбувається природним способом. До складу деревних клітин входить лігнін – речовина, завдяки якому тирсу так легко перетворити в тверді циліндри.

При нагріванні тирси в пресі-грануляторі відбувається виділення лігніну. А при високій температурі лігнін плавиться, перетворюючись на природний натуральний клей, який надійно скріплює деревну муку в міцний циліндр-гранулу. Важливо відзначити, що деревина сушиться і пресується без використання хімічних добавок. Теплоємність деревних гранул знаходиться на рівні аналогічних показників кам'яного вугілля, і дорівнює 5 кВт ч * кг.

Екологічні аспекти використання пелет

Звичайно, існують важливі відмінності між деревними гранулами і вико-

ними видами палива. Пелети є екологічним, поновлюваним і вуглецево-нейтральним паливом. Їх роблять в основному з відходів деревини, тому вони є відносно дешевим видом палива. Такі гранули виробляються в десятках, а може навіть вже і сотнях місць в Україні, так що купити пелети не складе ніяких незручностей. Важливо знати, що наша країна є одним з найбільших постачальників гранул в країні Європи.

Майже будь-який будинок може використовувати котел на пелетах з бойлером в якості автономного джерела тепла, бажано у поєднанні з вторинним котлом, який служить в якості резервного або додаткового котла.

Габаритні розміри гранул складають 6-8 мм в діаметрі і 5-70 мм довгою. Однією з найбільш важливих відмінних рис деревних гранул, вважається зручність розпаду палива на частини і утилізація продуктів згоряння - масова частка золи не перевищує 1%, одна з можливостей застосування золи-сільське господарство, вона використовується як добриво. Не менш важливим аспектом вважається значно менше виділення CO₂ якщо порівнювати з нафтопродуктами і кам'яним вугіллям. Згідно з даними вчених деревина поглинає рівну кількість вуглекислого газу з тією кількістю яке вона отримує під час росту, цей принцип називається - закритий вуглецевий обмін. Викопне паливо має радикально протилежну властивість, при згорянні воно виділяє вуглекислий газ, накопичений в ньому за мільярди років. Порівняння рівнів викидів різних видів палива наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняння рівнів викидів забруднюючих речовин різних видів палива

Вид палива	Забруднюючі речовини, що викидаються в атмосферу без систем очищення, (тонн на 1 тис. тонн нат. палива)				
	CO ₂	NO ₂	SO ₂	Тверді частки	Разом
Природний газ	1,18	3,52	0,00	0,00	4,70
Деревні брикети, пелети	4,68	9,31	0,28	4,11	17,69
Дерев'яні дрова	4,9	9,4	0,3	4,3	18,9
Деревна тирса	5,0	9,6	0,5	5,0	20,0
Деревні відходи, обрізки	5,2	9,9	0,4	5,2	20,7
Швидкозростаюча деревина	4,8	9,5	0,0	8,4	22,7
Тріска, січки, кора	5,6	11,4	0,8	13,4	31,3
Мазут	5,20	5,20	35,3	0,3	45,9
Брикет торф'яний	8,04	26,81	3,0	13,02	50,87
Кам'яне вугілля	9,58	63,65	9,20	65,32	147,66

Аналізуючи дану таблицю, бачимо, що деревне паливо (в першу чергу пелети і брикет) більш переважне, з точки зору забруднення атмосфери, у порівнянні з мазутом (тим більше з вугіллям), так як має практично "нульовий ефект" за викидами парникових газів, насамперед CO₂. Використання деревного палива в якості енергоносія в повній мірі відповідає положенням Кіотського протоколу, що стосуються обмеження та скорочення викидів парникових газів.

Обсяг викидів забруднюючих речовин при спалюванні деревного палива залежить не тільки від його виду і складу, але і від його вологості і коефіцієнта корисної дії котла. Таким чином, ефективне використання деревного палива безпосередньо залежить від його підготовки з урахуванням максимального видалення вологи. Даним вимогам в першу чергу відповідають деревне паливо у вигляді пеллет, брикету та вугілля.

Основні екологічні переваги пелет:

- пелети можуть зберігатися в безпосередній близькості від житлових приміщень, оскільки цей матеріал біологічно неактивний;

- пелети не містять спори, які можуть викликати алергічну реакцію у людей;
- спалювання деревних гранул входить в природний кругообіг речовин у природі;
- деревні гранули - поновлюване паливо;
- низька ціна;
- можливість повної автоматизації подачі палива в зону горіння;
- можливість переобладнання діючих котлів;
- можливість використання в котлах будь-якої потужності - від опалення будинку до гігантської ТЕЦ;
- повна нешкідливість для навколишнього середовища;
- мінімальний вогнетривкий залишок (який є добривом для рослин);
- мінімальна площа зберігання, мінімальний об'єм при перевезенні;
- високий рівень безпеки при зберіганні та перевезенні (не вибухонебезпечні, не схильні до самозаймання);
- не розкладаються при тривалому зберіганні;
- одна тонна деревних гранул складає 1.5 кубометра і виділяє при спалюванні 5000 кВт енергії.

Це стільки паливної енергії як при спалюванні: 500л - дизельного палива; 685л - мазуту; 1600кг - деревини; 475 кубічних метрів газу.

Економічні аспекти використання пелет

Для оцінки економічності використання паливних пелет ми порівняємо затрати у грошовому еквіваленті при опалюванні приміщень різної площі трьома видами палива:

1. Природний газ;
2. Опалення за допомогою електроенергії
3. Паливні пелети

Вартість:

- природного газу: < 200 м³/міс. – 3600 грн/тис.м³,

> 200 м³/міс. – 7189 грн/тис. м³

- е/енергії: < 3600 кВт/год./міс. – 0.46 грн/кВт,

> 3600

кВт/год./міс. – 1,48 грн/кВт

- пелети деревної: 2500 грн/тонна.

За розрахунок прийнято середнє споживання будинком теплової енергії в сезон.

Таким чином ми маємо на будинок:

1) 50 м.кв. – 10,94 Гкал/сезон, або на місяць – 1,82 Гкал;

2) 100 м.кв. – 21,9 Гкал/сезон, або на місяць – 3,65 Гкал;

3) 150 м² – 32,87 Гкал/сезон, або на місяць – 5,48 Гкал;

Література.

1. Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення: – Київ, 2002.
2. Гелетуха Р.Р., Залізна Т.О. Огляд технологій газифікації біомаси // Екотехнології і ресурсозбереження. - 1998. - №2. - 3. 21-29.
3. Гелетуха Р.Р., Залізна Т.О. Огляд технологій генерування електроенергії, отриманої з біомаси при її газифікації// Там же. - №3. - 3. 3-11.
4. Гелетуха, Г. Україна: нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії / Г. Гелетуха, С. Кудря // Зелена енергетика. – 2005. – № 2. – С. 8–10.
5. Джерела: Україна промислова 5 / 2006; Енергія: економіка, техніка, екологія. – 2006. – № 11.

4) 300 м.кв. – 65,74 Гкал/сезон, або на місяць – 10,96 Гкал.

Теплотворна здатність:

Природний газ 8 Гкал/тис.м.куб;

Пелета деревна 4,5 Гкал/тонна;

Електроенергія 0,864 Гкал/МВт.

Витрати на опалення:

1) 50 м.кв. – 970 грн (е/е), 1011 грн (пелета), 918 грн (газ);

2) 100 м.кв. – 2581 грн(е/е), 2028 грн (пелета), 2562 грн (газ);

3) 150 м.кв. – 5758 грн (е/е), 3044 грн (пелета), 4207 грн (газ);

4) 300 м.кв. – 15189 грн(е/е), 6088 грн (пелета), 9131 грн (газ).

Висновки.

Одним з найбільш простих варіантів біо палива є деревні гранули, які мають поширену промислову назву - пелети. Пелети є екологічним, поновлюваним і вуглецево-нейтральним паливом. Їх роблять в основному з відходів деревини, тому вони є відносно дешевим видом палива. Використання деревного палива в якості енергоносія в повній мірі відповідає положенням Кіотського протоколу, що стосуються обмеження та скорочення викидів парникових газів. Одна тонна деревних гранул складає 1.5 кубометра і виділяє при спалюванні 5000 кВт енергії. Це стільки паливної енергії як при спалюванні: 500л - дизельного палива; 685л - мазуту; 1600кг - деревини; 475 кубічних метрів газу.

ГІБРИДНА ВІЙНА ТА ЇЇ ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ДЛЯ ДОНЕЦЬКОГО ГІРНИЧО-ПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ

Георгій Ілліч Рудько¹, Сергій Анатолійович Плахотній²

1 – Рудько Г.І. – д.т.н., д.геогр.н., д.геол.-мін.н., професор, Державна комісія України по запасах корисних копалин, вул. Кутузова, 18/7, 01133, Київ, rudko@dkz.gov.ua;
2 – Плахотній С.А. – начальник відділу з надання надр у користування Держгеонадр України

Розглянуто стан екологічної безпеки Донецького гірничо-промислового регіону у зв'язку з проведенням антитерористичної операції. Показано, що негативні явища, які вже відбуваються з кожним днем все частіше, мають загрозливий характер і можуть мати катастрофічні наслідки для всієї екосистеми регіону. Запропоновано деякі організаційні заходи для розробки системи державного управління з ліквідації екологічних наслідків бойових дій в зоні АТО. **Ключові слова:** екологічні наслідки, екологічна безпека, антитерористична операція, Донецький вугільний басейн, видобуток вугілля

Рассмотрено состояние экологической безопасности Донецкого горнопромышленного региона в связи с проведением антитеррористической операции. Показано, что негативные явления, которые уже происходят с каждым днем все чаще, имеют угрожающий характер и могут иметь катастрофические последствия для всей экосистемы региона. Предложены некоторые организационные меры для разработки системы государственного управления по ликвидации экологических последствий боевых действий в зоне АТО.

The state of environmental safety of the Donetsk mining-industrial region in connection with the anti-terrorist operation was reviewed. It was presented that the negative phenomena, which occur more often every day, are threatening and may have disastrous consequences for the entire ecosystem of the region. Certain arrangements were proposed in order to develop public administration system on relieving the environmental consequences of warfare within the ATO area.

Вступ

Донецький гірничо-промисловий регіон ще до початку воєнних дій на Сході був кризовим. Величезна кількість підприємств та промислових об'єктів, нехтуючи будь-якими правилами, допустили неймовірно забруднення водних ресурсів, ґрунту та атмосфери регіону. Від початку АТО стан довкілля Донбасу погіршився в сотні разів. В цих умовах ліквідувати наслідки воєнних дій й оцінити завдану довкіллю шкоду неможливо.

Непрацюючі шахти і, як наслідок, накопичення в пустотах вибухонебезпечних газів, обстріли хімічних підприємств і потенційна загроза від них, нагромадження побутового сміття, яке ніхто не вивозить і тим більше не переробляє, руйнація заповідних територій, які раніше підтримували й без того не найкращий екологічний стан регіону, брак соціального забезпечення ось далеко не повний клубок проблем, який за масштабами не менший від Чорнобиля, нині насувається не лише

на території, що перебувають у стані війни, а й на всю нашу країну. Чи є вихід і як мінімізувати ризики?

Україна ратифікувала Конвенцію про оцінку впливу на навколишнє середовище, а отже несе відповідальність за екологічні наслідки. Екологічна безпека є невід'ємною складовою національної безпеки держави. Це означає, що будь-яка країна чи її громадянин може подати відповідну заяву до суду, а ми будемо за це відповідати із наших кишень.

1. Стан питання та передумови виникнення загрозливих екологічних явищ на території Донецького гірничо-промислового регіону

Гібридна війна на Донбасі, яка триває вже другий рік поспіль не може не впливати не лише на життя населення цього регіону, а й на важливі для нашої держави галузі промисловості.

Техногенне навантаження в Донбасі є найвищим в Україні: кількість викидів атмосферних забруднювачів тут становить понад 40 % всіх національних забруднень – близько 70 т/км².

У зоні АТО проявляється комплексна дія факторів надзвичайних ситуацій. Бойові дії ведуться в зоні розташування об'єктів підвищеної небезпеки (хімічні, металургійні, енергетичні, коксохімічні). Екологічними проблемами на території Донецької області є такі:

- затоплення шахт та вихід шахтних вод на поверхню, забруднення підземних вод;
- руйнування очисних споруд;
- хімічне та радіаційне забруднення водних ресурсів;
- забруднення атмосферного повітря та ґрунту;
- розсіювання хімічних речовин внаслідок розривів снарядів;

- руйнування місць зберігання небезпечних хімічних речовин, відходів, їх займання;

- знищення ландшафтів, рослинності;
- знищення значних площ лісів.

В Донецькій області розташовано 6,5 тис. об'єктів підвищеної техногенної небезпеки (загалом в Україні таких об'єктів близько 20 тис.). Об'єктів хімічної небезпеки в області 2388, з яких 279 внесено до Державного реєстру об'єктів підвищеної небезпеки. Серед цих об'єктів налічується 174 підприємства, на яких зберігаються небезпечні хімічні речовини (це 11,7 % від загальнонаціональної кількості), з них – 18 – I ступеня небезпеки (23 % загальнонаціональної кількості таких об'єктів).

В Луганській області розташовано 1128 об'єктів хімічної небезпеки, з яких 159 – об'єкти підвищеної небезпеки. По території області проходять магістральні продуктопроводи: близько 1 тис. км газопроводів і 500 км нафтопроводів, крім того, 13,2 км аміакопроводів. Також на території області розташовано 14 газоконденсатних родовища і 2 підземних сховища газу: Вергунське і Чорнопопівське.

Крім того, знаходяться об'єкти з невизначеним станом геологічного середовища: 1) шахти, що примикають до Горлівського хімічного заводу, де спостерігалось потрапляння хімічних речовин у підземні виробки; 2) камера підземного атомного вибуху шахти Юнком. Існує 1 500 полігонів небезпечних відходів, не меншу небезпеку становлять і шахтні терикони (1 300), особливо, які горять (близько 350–380). В них особливо висока концентрація залишкового вуглеводню. Ці терикони нагріваються і горять всередині. Якщо ці процеси залишити без

контролю, то можливі досить страшні наслідки.

2. Геологічна характеристика Донецького гірничо-промислового регіону й сучасні загрози екологічного характеру у зв'язку з проведенням АТО

Аналіз геологічної небезпеки регіонів України показує, що високий рівень небезпеки мають 3 регіони (Одеська, Хмельницька області та АР Крим); підвищений рівень – 9 регіонів (Миколаївська, Чернівецька, Дніпропетровська, Донецька, Рівненська, Тернопільська, Запорізька, Харківська і Полтавська області); середній рівень – 8 регіонів (Київська, Черкаська, Волинська, Луганська, Чернігівська, Івано-Франківська, Вінницька і Херсон-

ська області); помірний рівень – 5 регіонів (Сумська, Львівська, Кіровоградська, Житомирська і Закарпатська області); низький рівень – 2 регіони (міста Київ та Севастополь). Найскладніші умови активізації геологічних процесів залишаються у гірських та південних регіонах країни (де найсильніше відчувається дія природних факторів) та в Прикарпатському, Донецькому і Криворізькому гірничодобувних регіонах, які мають найвищі техногенні навантаження, що посилюють дію природних факторів.

Рівні потенційних небезпек для життєдіяльності населення в областях України, що обумовлені виникненням надзвичайних ситуацій техногенного, природного та соціального характеру наведено на рис. 1.

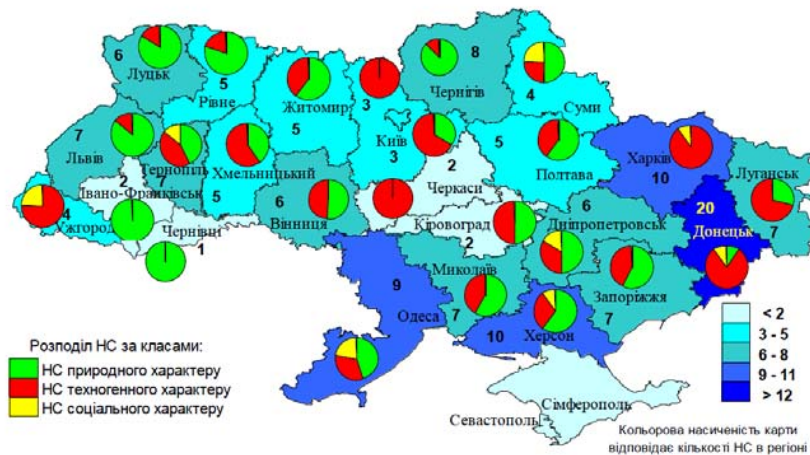


Рис. 1. Кількість надзвичайних ситуацій, які виникли у 2014 р. в регіонах України [2]

Донецький гірничо-промисловий басейн, де поширені всі основні марки вугілля є основним за запасами та видобутку вугілля в Україні.

У вугільній товщі кам'яновугільного віку виділено 300 пластів, з яких 2/3 потужністю 0,30–0,45 м і тільки 130 – понад 0,45 м (Ан-

циферов та ін., 2009). Геологічно Донбас розділяється на два великі вугленосні регіони: Південно-західний і Північно-східний. Перший приурочений до Кальміус-Торецької мулди, другий – до Бахмутської улоговини.

В Донбасі виділяють Західний, Південно-західний, Південний і Північ-

но-західний Донбас. Західний Донбас представлений трьома вугленосними регіонами: Новомосковським, Палоградсько-Петропавловським і Лозовським; Південно-західний – Красноармійським, Донецько-Макіївським, Центральним, Північно-західною окраїною, Чистяково-Сніжнянською; Південний – об'єднує Південнодонбаський район; Східний – представлений Північним Донбасом, Лисичанським, Алмазно-Мар'ївським, Селезньовським, Луганським, Оріховським, Краснодонським, Боково-Хрустальським, Довжансько-Ровенцьким вугленосними регіонами.

В розрізі донецького карбону виділяються два максимуми вугленакопичення, у тім числі в нижньому карбоні верхньовізейські і нижньосерпухівські відклади, в середньому – башкирський і московський яруси. Основні запаси донецького вугілля мають середньо карбоновий вік.

Нижньокарбонові вугленосні відклади промислової потужності простягаються вздовж південного борту Донецького прогину на відстань 300 км, мають ширину 15–40 км. У напрямку до центра прогину вугленосна зона виклинюється в результаті ерозійного процесу.

Середньо карбонові вугленосні відклади поширені по всій території прогину, найбільш виражені в прогині і на південно-західному його схилі (Анциферов та ін., 2009). Уздовж прогину вугленосність зменшується і в північно-східному напрямку повільно затухає зовсім.

Виникнення та розвиток конфлікту на сході України зумовило невпинне погіршення економічних показників розвитку Донецької та Луганської областей, яке супроводжується також втра-

тою частини активів. Оцінка вартостей зруйнованих складових виробничої, комунальної, соціальної, транспортної, енергетичної та іншої інфраструктури несуть орієнтовний характер через неможливість оглянути об'єкти, розташовані на підконтрольній терористичними угрупованням території [1].

За даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, станом на 1 листопада 2014 р. у Донецькій та Луганській областях пошкоджено та зруйновано 227 об'єктів освіти, 48 – охорони здоров'я, 56 – культурного і спортивного призначення, 91 адміністративна будівля, 14 об'єктів торгівлі та 132 промислових об'єкта на загальну суму 5 млрд 788 млн грн. У Луганській та Донецькій областях пошкоджено 18 об'єктів поштового зв'язку, внаслідок чого завдано збитків орієнтовно на 7,7 млн грн. У Донецькій та Луганській областях зазнали руйнувань та різного ступеню пошкоджень 962 км автомобільних доріг загального користування (250,5 км – у Донецькій області та 711,5 км – у Луганській області) та 24 мости і шляхопроводи довжиною понад 2394 погонних метри.

Без житла залишилось понад 710 тис. осіб. У Донецькій області зруйновано та пошкоджено близько 4740 житлових будинків, у Луганській області – понад 690.

Відновлення об'єктів житлового фонду, за попередніми оцінками фахівців міністерства, потребуватиме близько 1 млрд 750 млн грн.

За оперативною інформацією Міжвідомчого координаційного штабу, станом на вересень 2014 р. в результаті анексії Криму та проведення антитерористичної операції на сході України загальна

кількість громадян України, які вимушено залишили місця свого проживання і шукали притулку в інших регіонах країни, становить майже 251,9 тис. осіб, у тому числі 80,8 тис. дітей, 34,2 тис. інвалідів та осіб похилого віку.

За оцінками Управління Верховного комісара ООН у справах біженців станом з серпня по вересень кількість переселенців збільшилась з 117 тис.

осіб до 260 тис. людей, з них – 244 тис. зі східних регіонів.

Управління Верховного комісара ООН у справах біженців в Україні продовжує сумну статистику підрахунку вимушених переселенців з окупованих територій країни. Так, за даними організації, станом на лютий 2015 рік свої домівки на Донбасі та в Криму покинули вже 978 482 осіб (рис. 2).

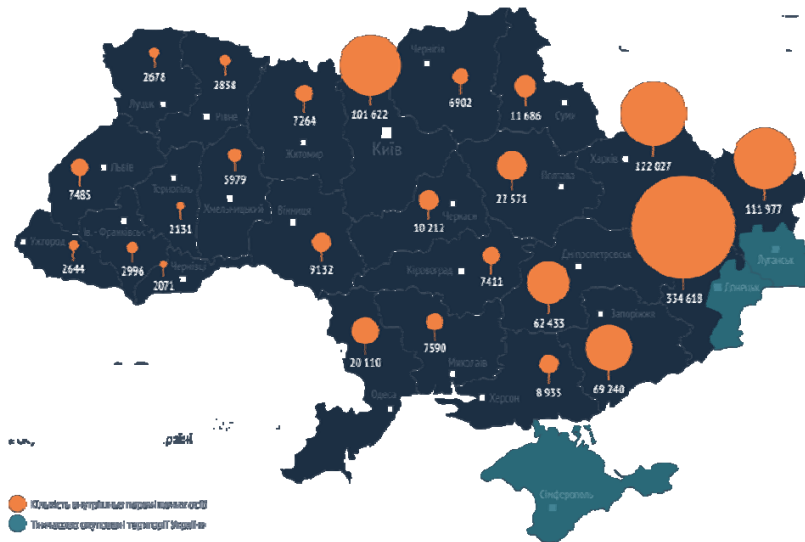


Рис. 2. Розподіл кількості внутрішньо переміщених осіб із окупованого Донбасу та Криму по областях (станом на 02.02.2015) [4]

Станом на травень 2015 р. внутрішньо переміщених осіб з Донецька область – 477,6 тис. осіб, Луганська область – 176,1 тис. внутрішньо переміщених осіб [5].

За даними української міграційної служби станом на 8 червня 2015 р., в Україні зареєстровано 1 млн 325 тис. внутрішньо переміщених осіб. Серед тих, хто виїхав закордон українців, які є, по факту, біженцями, найбільше виїхало до Російської Федерації – на даний момент це 342 тис. осіб. На другому місці – біженці в Білорусі, кількість яких стано-

вить 81 тис. 8,5 тис. осіб переїхало до Польщі. У країнах ЄС кількість заявок на отримання статусу біженця з України в цілому зросла до 11 тисяч.

Станом на липень 2015 р. на підконтрольній Україні території органи соціального захисту зареєстрували 1,37 млн вимушених переселенців, або близько 1 млн родин з Донбасу і Криму. З Автономної Республіки Крим і міста Севастополь переселено 21 тис. осіб [6].

Згідно зі статистичними даними Федеральної міграційної служби РФ станом на 30.06.2015 р. надано статус біже-

нця 61 особі з України та надано тимчасовий притулок 97640 особам з України. Всього ж на обліку стоять 285 осіб з України за статусом біженці та надано тимчасове житло 311432 особам.

За інформацією Міністерства енергетики та вугільної промисловості внаслідок бойових дій пошкоджень різного ступеню завдано об'єктам інфраструктури (будівлі, комунікації) всіх ТЕС Донбаської енергосистеми (Старобешівська, Слов'янська, Курахівська, Зуївська ТЕС, Луганська ТЕС, Вуглегірська ТЕС, Миронівська ТЕС). Попередня орієнтовна вартість аварійно-відновлюваних робіт на пошкоджених об'єктах електроенергетики складає 693 млн грн.

За даними НАК "Нафтогаз України" пошкоджено майже 1 000 розподільчих газопроводів (767 – низького, 158 – середнього, 54 – високого тиску), зруйновано (демонтовано) 1,4 км газопроводів, один газонаповнювальний пункт, відновлення потребують 53 газорозподільні пункти та близько 200 шафових газорозподільних пунктів газопостачальних компаній, зупинено експлуатацію 5 АЗС та 4 АГНКС, викрадено 60 одиниць автотранспортної та спеціальної техніки, 11 пошкоджено.

3 93 шахт регіону, що підпорядковані Міністерству енергетики та вугільної промисловості України, 24 працюють в нормальному режимі, 58 – в режимі життєзабезпечення (вентиляція та водовідведення), 11 – повністю знеструмлені.

Військовий конфлікт на Донбасі ведеться в старопромисловому регіоні, де територія насичена техногенно небезпечними об'єктами: шахтами, каналами, продуктопроводами, підприємствами військово-промислового комплексу, термін експлуатації який часто є вичер-

панам і вони являють собою небезпеку, навіть в штатному режимі експлуатації. В процесі цього конфлікту на практиці підтвердилися теоретичні припущення, що екологічні наслідки техногенних аварій, спричинених бойовими діями, за масштабом суттєво перевищують збитки завдані безпосереднім застосуванням зброї (рис. 3).

На територіях Донецької та Луганської областей розташовано багато хвостосховищ, які являють собою відстійники, відгороджені від водних об'єктів дамбами. Результати руйнувань таких об'єктів є очевидними – токсичність відходів, які потрапляють у річки та інші водні об'єкти призведуть до неминучої екологічної катастрофи. Екологічно небезпечними є ставки-відстійники Горлівського хімічного заводу, підприємства "Стирол", "Азот".

Від артилерійських обстрілів загорілися та вибухнули кілька екологічно небезпечних виробництв, серед яких Авдіївський та Ясинівський коксохімічні заводи, Лисичанський нафтопереробний та Краматорський верстатобудівний заводи, підприємства "Точмаш" і "Стирол", завод із виробництва вибухівки в Петровському на Луганщині. Всього за даними в зоні бойових дій постраждало понад 500 підприємств.

Пошкодження ліній електропередач в результаті артилерійських обстрілів, спричинило відключення обладнання для відкачування води з шахт на кілька днів, що призвело до їхнього затоплення. На сьогоднішній день це вже стало причиною незворотних змін у підтопленні ґрунтів, що призводить до руйнації будівель і, фактичної неможливості їх відновлення на цій території. На думку чиновників міської ради Донецька в результаті підтоплення шахт на території

міста третину забудови відновити не вдасться з причини зміни гідрогеологічних умов. Тобто, техногенні аварії в Донецьку на сьогоднішній день спри-

чинили наслідки які можна порівняти лише з наслідками застосування зброї масового враження.



Рис. 3. Збитки, завдані навколишньому природному середовищу Донецької області [9]

Техногенні аварії, що відбуваються в результаті бойових дій, можуть бути як одним із опосередкованих наслідків застосування звичайної зброї. Але можна припустити і більш підступні плани створення зони техногенної катастрофи та знищення критичної інфраструктури – доріг, мостів, електростанцій, системи водо- та енергозабезпечення. Такі території стають не тільки непридатними для ведення

сільського господарства, але й для будівництва житла або промислових підприємств. Умисні техногенні аварії є одним із новітніх військових механізмів створення, так званої, смуги забезпечення або елементом стратегії "випаленої землі", психологічним тиском на населення, залякування, звинувачування противника у причинах техногенних аварій. Такі природно-господарські об'єкти, як шахти,

кар'єри, греблі, канали у більшості випадків взагалі не підлягають відновленню. За цими характеристиками можна порівняти екологічні наслідки бойових дій на Донбасі із наслідками застосування тактичної ядерної зброї або Чорнобильської катастрофи [7].

Найбільш ймовірним фактором переходу всього регіону у стан надзвичайної ситуації транскордонного масштабу є ризик масового некерованого затоплення шахт унаслідок втрати енергопостачання, водовідливу та вентиляції.

Відключення від живлення вентиляційних систем призводить до промислових аварій та залпових викидів шахтних газів. На сьогоднішній день вже затоплено дві третини вугільних шахт Донбасу, а це означає забруднення підземних вод і питної води в усюму вугільному басейні.

Затоплені шахти, зокрема, в м. Єнакієве, де проводили експериментальний підземний ядерний вибух у радянський час. В м. Горлівка на шахті "Олександр-Захід" знаходиться невичена гримуча суміш – 50 т моноіт-рохлорбензолу, яка вступила в реакцію з іншими отруйними речовинами. Неконтрольоване затоплення шахт може винести цю небезпечну суміш в шар питної води, що призведе до отруєння притоків р. Сіверський Донець та забруднення акваторії Азовського моря.

Високий рівень хімічної небезпеки спостерігається в Дніпропетровській та Донецькій областях; підвищений рівень небезпеки – у Луганській, Харківській, Одеській та Запорізькій областях.

Забруднення водоносних горизонтів в Донбасі, в тому числі радіоактивними елементами, вихід із під контролю гідрогеологічної ситуації призведе

до суттєвого ускладнення водозабезпечення регіону. Разом із пошкодженням каналу Дніпро–Донбас та інших систем водопостачання може спричинити велику проблему у водозабезпечення населення регіону.

Таким чином, мова йде про реальну небезпеку життєдіяльності для 5–6 млн населення в промисловому Донбасі, з яких близько 2 млн складають особи похилого віку. Необхідно відзначити, що природна екосистема не зможе відновити властивості ґрунтових вод і не існує технологій, що дозволять їх очистити в такому великому обсязі. Ми, чи не вперше в світовій історії, зустрілися із проблемою техногенної аварії, спричиненої військовим конфліктом, яка ставить під питання рекультивациі. Під питанням знаходиться сама можливість репродукції сучасної цивілізації в умовах військових дій в техногенному середовищі.

До основних чинників гідродинамічної небезпеки України належать водосховища, греблі, дамби, шлюзи та інші гідроспоруди. На території України в умовах значної нерівномірності розподілу річкового стоку в часі та просторі з метою його регулювання створений Дніпровський каскад з шести великих водосховищ, побудоване водосховище на Дністрі. Ці гідроспоруди становлять найбільшу гідродинамічну небезпеку для населення і навколишнього середовища. Внаслідок руйнування гребель, дамб, водопропускних споруд на гідровузлах та водосховищах річок Дніпро, Дністер, Південний Буг, Сіверський Донець можливі виникнення катастрофічні затоплення значних площ.

До таких наслідків поточних подій відносяться, наприклад, підтоплення, провалля і зсуви, що можуть виникну-

ти внаслідок руйнування гідротехнічних споруд, дамб і гідроелектростанцій, різноманітні забруднення внаслідок руйнування складів і сховищ радіоактивних і токсичних речовин та відходів, нафтопродуктів, вибухівки, сильнодіючих отруйних речовин, транспортних та інженерних комунікацій тощо [3].

Водні ресурси складаються з ресурсів р. Сіверський Донець та підземних вод, який експлуатується близько 1100 тис. м³/доба. При цьому 92 % стоків промислових і комунальних підприємств не є очищеними. Будь-яка аварія на очисних спорудах і сховищах відходів призведе до критичного забруднення поверхневих вод і потрапляння небезпечних речовин в Сіверський Донець, який є джерелом водопостачання в регіоні [3].

Основними чинниками загрози є істотна обмеженість доступності і зниження якості водних ресурсів, в тому числі, пов'язане з небезпекою руйнування об'єктів промисловості і інфраструктури, підвищення ймовірності відмови відстійників, очисних і дренажних систем, попадання стічних вод і небезпечних відходів в джерела питної води. Це є особливою небезпекою на тлі зниження рівня доступності медичних послуг і санітарно-епідеміологічного контролю [3].

Наслідками підйому рівнів підземних вод до поверхні підтоплення і затоплення значних територій та прилеглих міст і селищ можуть бути такі надзвичайні ситуації:

1) просідання поверхні на забудованих територіях, залізницях, автомагістралях, мостах;

2) забруднення поверхневих і підземних водозаборів внаслідок некермованих витоків забрудненої води.

3) міграція метану до підвалів, зниження рельєфу з небезпекою вибухів і пожеж. Можливе виникнення руйнівних надзвичайних ситуацій внаслідок притоку метану до метротунелю в Донецьку у випадку затоплення прилеглих шахт і перетворення його у природну газову дренаж (весняно-осінній період). Додатковою небезпекою є підтоплення териконів і полігонів твердих побутових відходів.

Від бойових дій постраждали не лише поверхневі водні об'єкти, але і інженерні споруди. Так, в місцях руйнувань інженерних мереж по питним трубопроводам подається неочищена технічна вода. При подачі води на окупованих територіях не проводиться її дезінфекції, оскільки використовувати активний хлор в місцях ведення бойових дій небезпечно. Недостатньо очищена питна вода, яка потрапляє до споживача, містить патогенні віруси та бактерії.

Відповідно до даних ДП "Східноукраїнський екологічний інститут" у руслі р. Сіверський Донець фіксувався підвищений (згідно з нормами СанПН 4630-88) вміст органічних сполук, проте за результатами лабораторних вимірювань у створах, що контролювались, не встановлено суттєвих змін щодо погіршення якісного стану поверхневих вод порівняно з відповідним періодом минулого року.

Протягом вересня 2015 р. для інструментально-лабораторного контролю відібрано 64 проби води у 34 створах спостережень. Для визначення стану якості водних ресурсів виконано 1171 вимірювання, у тому числі за гідрохімічними показниками – 1047, за радіологічними – 20, за токсикологічними – 80, за бактеріологічними – 22, за гідробіологічними – 2. За результатами лабораторних вимірювань у

створах, що контролювались, не встановлено суттєвих змін щодо погіршення якісного стану поверхневих вод порівняно з відповідним періодом минулого року. У руслі р. Сіверський Донець фіксувався підвищений (згідно з нормами СанПН 4630-88) вміст органічних сполук [8].

Нажаль, провести повний комплекс аналізу збитків, які спричинені воєнним конфліктом, природному середовищу та населенню Донбасу, практично неможливо: відсутність фінансування, не проводиться екологічний моніторинг на невідконтрольованих територіях, відсутність достовірної інформації про характер пошкоджень підприємств. Так на окупованих територіях не працюють пости контролю якості атмосферного повітря, поверхневих вод.

В результаті нанесення прямого збитку виробничій промисловості та обладнанню аварійних установок підприємств через пошкодження, відсутність сировини та перебоїв з енергозабезпеченням, значно зростають ризики негативного впливу на природне середовище.

Висновки

Для розробки і впровадження заходів спрямованих на забезпечення еко-

Література

1. Гаркавий С.Ф. Ескалація конфлікту на сході України: соціально-економічні наслідки // Фінансовий простір. – 2014. – № 4. – С. 40–46.
2. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році / Державна служба з надзвичайних ситуацій. – Київ, 2015. – 365 с.
3. Настасенко О.Г., Бондар О.І., Машиков О.А. Системний підхід щодо ліквідації загрози екологічної катастрофи у зоні антитерористичної операції // Екологічні науки. – 2014. – № 6. – С. 5–20.
4. <http://www.slovoidilo.ua/articles/7463/2015-02-08/karta-pereselencev-s-vostoka-i-yuga-ukrainy-kolichestvo-blizitsya-k-millionu.html>
5. <http://pollotenchegg.livejournal.com/215599.html>
6. <http://www.mns.gov.ua/news/34232.html>
7. <http://newukraineinstitute.org/blog/61>
8. <http://euaeco.com/files/ATO201509.pdf>
9. <http://knk.media/suspilstvo/ekolohiia/item/1041-donbas-zona-ekolohichnoi-katastrofy.html>

УДК 502.35

ПАРАДИГМА РЕФОРМУВАННЯ СУСПІЛЬНИХ ПОГЛЯДІВ НА СИСТЕМУ НАГЛЯДУ ЗА ДОТРИМАННЯМ ЗАКОНОДАВСТВА В ПРИРОДООХОРОННІЙ ГАЛУЗІ

Третяк А.М.¹ Третяк В. М.²

¹ доктор економічних наук, професор, член – кореспондент НААН України, директор ННІ економіки та екології природокористування Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління Мінприроди України

² доктор економічних наук, професор кафедри екології та економіки землекористування Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління Мінприроди України

Сформовано, нову парадигму суспільних поглядів на систему нагляду (контролю) за дотриманням законодавства в природоохоронній галузі у зв'язку із євроінтеграційними процесами в Україні. **Ключові слова:** державний контроль у сфері охорони навколишнього природного середовища, нагляду за дотриманням законодавства в природоохоронній галузі, реформування системи нагляду.

Сформировано, новую парадигму общественных взглядов на систему надзора (контроля) за соблюдением законодательства в природоохранной области в связи с евроинтеграционными процессами в Украине. **Ключевые слова:** государственный контроль в сфере охраны окружающей природной среды, надзора за соблюдением законодательства в природоохранной отрасли, реформирования системы надзора.

Formed, a new paradigm of public opinion on the system of supervision (control) over compliance with legislation in the environmental field in connection with yevrointehrtsiynomy processes in Ukraine. **Keywords:** state control in the field of environmental protection, Supervision of Legislation in the environmental sector, reform of supervision.

Постановка проблеми

Відповідно до статті 35 «Державний контроль у сфері охорони навколишнього природного середовища» Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» державний контроль у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів

здійснюється центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику *із здійснення державного нагляду (контролю)* у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів. Виконавчі органи сільських, селищних, міських рад здійснюють державний контроль у сфері охорони навколишнього природного середовища.

Державному контролю підлягають використання і охорона земель, надр, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, лісів та іншої рослинності, тваринного світу, морського середовища та природних ресурсів територіальних вод, континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони України, природних територій та об'єктів, що підлягають особливій охороні, стан навколишнього природного середовища, а також дотримання заходів біологічної і генетичної безпеки щодо біологічних об'єктів навколишнього природного середовища при створенні, дослідженні та практичному використанні генетично модифікованих організмів у відкритій системі.

Система організації державного контролю за додержанням природоохоронного законодавства за останні роки неодноразово змінювалась, проте прийняті до цього часу управлінські рішення в напрямку створення ефективною, сучасною, цілісною системою на жаль є малорезультативними і мало-ефективними. Зокрема, як відмічено в проекті Концепції реформування системи нагляду за дотриманням природоохоронного законодавства України, оприлюдненій на слуханнях Комітету з питань екологічної політики, природокористування та ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи на тему: "Реформування природоохоронної галузі: зміна системи нагляду за дотриманням законодавства" 16.12.201015 р., існуюча система має високий рівень корупції та не прозору систему прийняття рішень щодо порушників, характеризується відсутністю адекватної системи відповідальності суб'єктів за порушення природоохоронного законодавства та відсутністю

єдиних електронних реєстрів і неналежного рівня інформаційного обміну.

Як відомо, система будувалась на принципах покарання за вже здійснені порушення, а системні заходи з поновлення та відновлення природних ресурсів законодавчо не визначались та не проводились. Наприклад, протягом останніх трьох років було встановлено та розраховано понад 150 млн. грн. шкоди, завданої незаконною вирубкою зелених насаджень невстановленими особами. В результаті, шкода до бюджету не сплачена, винні не встановлені та не покарані. Заходи з відновлення нанесених збитків природі - не здійснені.

Як відмічено в проекті Концепції, мають місце розпорошення та дублювання наглядових (контрольних) функцій Держави між органами виконавчої влади, відсутність єдиного підходу до здійснення наглядових та контрольних функцій, що знижує ефективність їх здійснення, та не дає можливості проведення загальної оцінки ситуації. Зокрема, державний нагляд (контроль) у природоохоронній сфері наразі здійснюють 6 органів виконавчої влади: *Держекоінспекція* - за 11 ресурсними напрямками (земля, надра, поверхневі води, атмосферне повітря, тваринний (у тому числі водні живі ресурси) та рослинний світ, природні ресурси територіальних вод, континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони України, екологічна та в межах компетенції радіаційна безпека, об'єкти і території природно-заповідного фонду, поводження з відходами та небезпечними хімічними речовинами, пестицидами та агрохімікатами); *Держгеонадра* - за геологічним вивченням та використанням надр; *Держлісагенство* - за викорис-

танням, відтворенням лісу, веденням лісового і мисливського господарства та полюванням; *Держсільгоспінспекція* - за дотриманням вимог земельного законодавства, використанням та охороною земель усіх категорій та форм власності, родючості ґрунтів; *Держрибагенство* - за використанням та відтворенням та охороною водних біоресурсів; *Держсанепідслужба* - за якістю питної води та моніторингу атмосферного повітря.

Таким чином, урахувавши Євроінтеграційні прагнення України, необхідно терміново розпочинати докорінне реформування цієї системи з метою переходу на європейську модель нагляду за дотриманням природоохоронного законодавства.

Метою дослідження є обґрунтування зміни суспільних поглядів на систему нагляду (*контролю*) за дотриманням законодавства в природоохоронній галузі у зв'язку із її реформуванням та євроінтеграційними процесами в Україні.

Виклад основного матеріалу

Метою реформування системи державного нагляду (*контролю*) у сфері охорони довкілля є зменшення частоти проведення перевірок та підвищення їх ефективності, забезпечення дотримання принципу «якість перевірок, а не кількість», передбачення створення єдиного контролюючого органу у сфері довкілля та передача йому всіх функцій контролю у цій сфері та врахування в його компетенції вимог Директиви № 2010/75/ЄС про промислові викиди (всеохоплююче запобігання і контроль забруднень) та Директиви № 96/82/ЄС про контроль за загрозами значних небезпек, пов'я-

заних з небезпечними речовинами, із змінами і доповненнями, внесеними Директивою № 2003/105/ЄС та Регламентом (ЄС) № 1882/2003, постанови Кабінету Міністрів України 10.09.2014 № 442 «Про оптимізацію системи центральних органів виконавчої влади», пунктом 2 якої передбачено ліквідувати Державну інспекцію сільського господарства, поклавши функції із здійснення державного нагляду (*контролю*) в частині дотримання земельного законодавства, використання та охорони земель усіх категорій та форм власності, родючості ґрунтів - на Державну екологічну інспекцію.

Згідно із статтею 1 Закону України «Про основні засади державного нагляду (*контролю*) у сфері господарської діяльності» **державний нагляд (*контроль*)** - це діяльність уповноважених законом центральних органів виконавчої влади, їх територіальних органів, державних колегіальних органів, органів виконавчої влади Автономної Республіки Крим, органів місцевого самоврядування (далі - органи державного нагляду (*контролю*)) в межах повноважень, передбачених законом, щодо виявлення та запобігання порушенням вимог законодавства суб'єктами господарювання та забезпечення інтересів суспільства, зокрема належної якості продукції, робіт та послуг, допустимого рівня небезпек для населення, навколишнього природного середовища [1].

Функціонування сучасного суспільства неможливо уявити без державного управління, ефективність якого забезпечується різноманітними заходами, серед яких важливе місце займають контрольні-наглядові. Управлінська діяльність є загальною функцією для всіх гілок влади і, відповідно,

контрольно-наглядова діяльність, виступаючи частиною управлінської діяльності, також є для них загальною. Контрольно-наглядову діяльність можна характеризувати або з управлінської, або з юридичної точок зору. У першому випадку йдеться про функцію управління, стадію управлінського циклу, реалізацію принципу зворотного зв'язку в управлінні. У другому – про засіб забезпечення законності в реалізації виконавчої влади [2, с. 9].

Відомо, що контроль є однією з найважливіших функцій держави. Його зміст полягає у спостереженні за законністю і доцільністю діяльності, наданні їй оцінки з правових, наукових, соціально-політичних, організаційно-технічних та інших позицій. Але в багатьох випадках заради забезпечення свободи громадян, підприємств, організацій, їх захисту від надмірної державної опіки контрольні повноваження суб'єктів влади обмежуються правовими актами, які дають їм можливість здійснювати тільки нагляд. Безумовно, контроль та нагляд – основні способи забезпечення законності і дисципліни в державному управлінні. Це – подібні види державної діяльності, хоча між ними є певні суттєві відмінності.

У Великому юридичному словнику «нагляд» визначається як «контроль, що здійснюється», вказується на існування «судового нагляду», але пишеться, що судову владу характеризує наявність «контрольних повноважень» [3, с. 6]. Н. В. Вітрук серед державних органів, що здійснюють конституційний контроль, називає, зокрема, спеціалізовані органи конституційного контролю у вигляді органів конституційного нагляду. Про співвідношення термінів «нагляд» та «контроль» гово-

рять і М. В. Руденко, який зазначає, що через відповідні служби, інспекції, комітети, комісії, управління, відділи держава здійснює контроль (нагляд) за додержанням правових приписів [4, с. 29]. В. Є. Чіркін стверджує, що «нагляд» – це також «контроль» [5]. І. П. Ільїнський та Б. В. Щетинін наголошують на відсутності різниці між контролем та наглядом [6, с. 42].

Разом з тим, згідно статті 187 «Завдання контролю за використанням та охороною земель» Земельного кодексу України контроль за використанням та охороною земель полягає в забезпеченні додержання органами державної влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями і громадянами земельного законодавства України. Відповідно до статті 188 «Державний контроль за використанням та охороною земель здійснюється центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері здійснення державного нагляду (*контролю*) в агропромисловому комплексі, а за додержанням вимог законодавства про охорону земель - центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику із здійснення державного нагляду (*контролю*) у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів.

Контроль походить від французького «Controle» - перевірка, і означає процес, що забезпечує досягнення системою поставлених цілей та складається з трьох основних елементів [8]:

✚ встановлення стандартів діяльності системи, що підлягають перевірці;

✚ вимірювання досягнутих результатів з очікуваними результатами;

✚ коригування управлінських процесів, якщо досягнуті результати істотно відрізняються від встановлених стандартів.

Контроль — одна з основних функцій системи управління. Він в системі управління здійснюється на основі спостереження за поведінкою керованої системи з метою забезпечення оптимального її функціонування (*вимірювання досягнутих результатів і співвіднесення їх із очікуваними результатами*). На основі даних контролю здійснюється адаптація системи, тобто прийняття оптимальних управлінських рішень.

Разом з тим, державний контроль — це форма здійснення державної влади, що забезпечує дотримання законів та інших нормативних актів, що видаються органами держави [8].

На думку В. М. Гаращука, що відрізняє контроль від нагляду, це те, що контролюючий орган на відміну від наглядового, має право втручатися в оперативну діяльність підконтрольного (іноді аж до підміни собою керівного органу цього об'єкта), а також те, що контролюючі органи (але аж ніяк не наглядові) мають право самостійно притягувати винних до правової відповідальності. Втручання в оперативну діяльність підконтрольного органу та право самостійно притягати винних осіб до правової відповідальності і становлять основні відмінності контролю від нагляду [9].

Д. М. Бахрах зазначає, що наглядова діяльність є складовою частиною державного управління. Її головне

завдання — забезпечити якість продукції, послуг і безпеку громадян, суспільства, держави. Адже, контроль містить у собі нагляд за законністю і доцільністю діяльності, її оцінку з позицій соціально-політичних, організаційно-технічних, наукових, правових. Разом з тим, в багатьох випадках заради забезпечення свободи громадян, виконання обов'язків підприємствами та організаціями контрольні повноваження суб'єктів влади обмежуються — їм надається можливість здійснювати лише нагляд. У тих же випадках, коли між перевіряючими і тими, хто перевіряється, немає організаційної підпорядкованості, зведення контролю до нагляду потрібне для запобігання втручання в оперативну діяльність суб'єктів влади, які не відповідають за її наслідки [10, с. 40].

На думку Д. М. Овсянко нагляд є самостійним видом контрольно-наглядової діяльності, якому властиві свої особливості [11, с. 261] а Ю. П. Битяк вважає [12, с. 223–224], що метою нагляду є виявлення та попередження правопорушень, усунення їх наслідків та притягнення винних до відповідальності без права втручання в оперативну та господарську діяльність піднаглядних об'єктів, зміни чи скасування актів управління. Нагляд і контроль розрізняються також і за обсягом їх діяльності: органи адміністративного нагляду обмежуються перевіркою дотримання певних правил; органи зовнішнього контролю, крім цього, займаються і питаннями господарської діяльності, виконанням планових завдань за кількісними і якісними показниками тощо [13, с. 140].

Таким чином, такі ознаки, як безперервність, втручання в повсякденну (оперативну) діяльність, усунення

причин та умов, що сприяють правопорушенням, застосування заходів адміністративного примусу, притягнення до адміністративної відповідальності є характерними і для органів, що здійснюють наглядову діяльність, зокрема екологічної інспекції.

Побудова в Україні правової держави, перехід на ринкові відносини, прагнення України до вступу у Євросоюз вимагає скорочення державного втручання в діяльність організацій, у життя громадян, і за цих умов обсяг нагляду має постійно розширюватися за рахунок звуження обсягу контролю. Обсяг наглядової діяльності розширюється ще й тому, що в житті суспільства збільшується роль екологізації природокористування, різноманітних природоохоронних правил, нагляд за дотриманням яких — важлива умова забезпечення екологічної безпеки держави та її громадян.

Враховуючи викладене, нагляд як вид державної діяльності можна визначити як сукупність безперервних дій зі спостереження за дотриманням законності у відповідних суспільних відносинах, зокрема в природоохоронній галузі, які здійснюються компетентним на те органом із застосуванням наданих йому законом повноважень і спрямовані на попередження, виявлення і припинення порушень законодавства, а також притягнення порушників до відповідальності.

Отже, нагляд в природоохоронній галузі здійснюється з метою:

➤ отримання об'єктивної та достовірної інформації про стан дотримання законодавства України на піднаглядному об'єкті чи у певній сфері суспільних відносин;

➤ застосування заходів попередження правопорушень (*в деяких ви-*

падах з правом прямого втручання в діяльність об'єкта нагляду);

➤ надання допомоги піднаглядному об'єкту у поновленні законності і дисципліни; встановлення причин і умов, які сприяють порушенню вимог правових норм;

➤ вжиття заходів щодо притягнення винних осіб до юридичної відповідальності.

Висновки

Нагляд за дотриманням законодавства в природоохоронній галузі, як вид державної діяльності, це як сукупність безперервних дій зі спостереження за додержанням законності у суспільних відносинах в природоохоронній галузі, які здійснюються компетентним на те органом із застосуванням наданих йому законом повноважень і спрямовані на попередження, виявлення і припинення порушень законодавства, а також притягнення порушників до відповідальності. В цьому зв'язку, державний нагляд в природоохоронній галузі має забезпечувати охорону суспільних відносин і природних цінностей не тільки від правопорушень, але й від об'єктивно протиправних дій та стихійних явищ. Суб'єкти наглядової діяльності (*органи виконавчої влади, місцевого самоврядування*) зобов'язані піклуватися насамперед про те, щоб не допустити, запобігти настанню шкідливих наслідків, виявити обставини, що можуть бути їх причиною, і вжити певних заходів для усунення виявлених відхилень. Відповідно, на перший план повинні стати — прогноз, попередження, припинення, щоб не допустити настання шкоди, а на другий — застосування каральних санкцій для загальної й індивідуальної превенції

правопорушень у майбутньому. Зазначене, особливо актуальне для теперішнього реформування природоохоро-

ноної діяльності, у якій адміністративний нагляд займає особливе місце і роль.

Список літератури.

1. Закон України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності». Електронний ресурс: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/877-16/page2>.
2. Ярмачі Х. П. Адміністративно-наглядова діяльність міліції в Україні : монографія / Х. П. Ярмачі. – Одеса: Юридична література, 2006. – 336 с.
3. Большой юридический словарь. – М.: ИНФРА-М, 1998. – 790 с.
4. Руденко М. Про співвідношення державного контролю і прокурорського нагляду (концептуальні зауваження на перехідний період) / М. Руденко // Право України. – 1997. – № 5. – С. 29–33.
5. Чиркин В. Е. Контрольная власть / В. Е. Чиркин // Государство и право. – 1993. – № 4. – С. 10-18.
6. Ильинский И. П. Конституционный контроль и охрана конституционной законности в социалистических странах / И. П. Ильинский, Б. В. Щетинин // Советское государство и право. – 1969. – № 9. – С. 40–44.
7. Земельний кодекс України. № 2768-III від 25.10.2001 // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2002, N 3-4. Електронний ресурс: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>.
8. Електронний ресурс: http://glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?RDuxzkgwxyilt:p!qutywur.
9. Гаращук В. М. Теоретико-правові проблеми контролю та нагляду у державному управлінні : дис. ... доктора юрид. наук : 12.00.07 / Гаращук Володимир Миколайович. – Х., 2003. – 412 с.
10. Бахрах Д. Н. Важные вопросы науки административного права / Д. Н. Бахрах // Государство и право. – 1993. – № 2. – С. 32–43.
11. Овсянко Д. М. Административное право : учебное пособие; изд. 3-е, перераб. и доп. / Д. М. Овсянко. – М. : Юристъ, 2002. – 468 с.
12. Адміністративне право України : підручник для юрид. вузів і фак. / за ред. Ю. П. Битяка. – Х. : Право, 2000. – 520 с.
13. Денисов Р. И. Административный надзор в сфере дорожного движения / Р. И. Денисов. – М. : ВНИИБД МВД СССР, 1981. – 194 с.

УДК 338:504

Дмитрієва О.О.¹, Хоренжая І.В.²

¹ док. економ. наук, с.н.с., заст. директора, Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УкрНДІЕП), м. Харків.

² канд. техн. наук, гол. консультант секретаріату Комітету Верховної Ради України з питань екологічної політики, природокористування та ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи, Апарат Верховної Ради України, м. Київ.

ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО ВОДОВІДВЕДЕННЯ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ УКРАЇНИ

У статті наведено нові технічні аспекти методології перевлаштування існуючого водовідведення в населених пунктах у систему екологічно безпечного водовідведення з урахуванням аварійних ситуацій, технології спільного очищення поверхневих, дренажних, господарсько-побутових і виробничих стічних вод на очисних спорудах каналізації. **Ключові слова:** екологічно безпечне водовідведення, поверхневі стічні води, господарсько-побутові стічні води, виробничі стічні води, дренажні води, регулюючі ємності, підтоплення, дренаж.

Дмитрієва Е.А., Хоренжая И.В. Организация экологически безопасного водоотведения в населенных пунктах Украины. В статье приведены новые технические аспекты методологии переустройства существующего водоотведения в населенных пунктах в систему безопасного водоотведения с учетом аварийных ситуаций, технологии совместной очистки поверхностных, дренажных, хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод на очистных сооружениях канализации.

Dmitrieva E.A., Khorenzhaja I.V. Organization of ecologically safe water removal in populated settlements of Ukraine. In Article are presented new technical aspects of methodology reorganization of existing water removal in the populated areas in water removal system with account of emergency situations, technology of joint treatment of superficial, drainage, economic and of household and production waters on purification constructions of sewage.

Метою цієї роботи є встановлення механізму вирішення проблеми забруднення поверхневих водних об'єктів з території населених пунктів України шляхом упорядкування в населених пунктах існуючого водовідведення відповідно до принципів створення систем водовідведення в населених пунктах країн ЄС.

Однією з найбільш гострих екологічних проблем нашої країни є неза-

довільний стан поверхневих і підземних водних ресурсів, їх кількісна обмеженість та якісне виснаження, які зумовлені незадовільною еколого-водогосподарською діяльністю на більшості водних об'єктів.

Однією з основних причин погіршення якісного стану водних ресурсів є скид недостатньо очищених та неочищених зворотних вод з території населених пунктів. Із загального

обсягу стічних вод, скинутих у водні об'єкти, забруднені стічні води складають 20 %; нормативно очищені – 23 %; нормативно чисті без очистки – 57 % [4].

Перманентне скидання у водні джерела неочищених та недостатньо очищених стічних вод від населених пунктів призводить до значного антропогенного евтрофування водних об'єктів, особливо, водосховищ.

При значному рівні евтрофування спостерігається інтенсивне «цвітіння» синьо-зелених водоростей у водних об'єктах, при масовому розвитку і відмиранні яких у водне середовище надходить значна кількість метаболітів, деякі з них мають токсичну, алергенну та канцерогенну дію. Головною причиною евтрофування водних об'єктів є надходження у водне середовище біогенних речовин, основними з яких є азот, фосфор, органічних сполук.

Основна маса сполук азоту та фосфору надходять до водних об'єктів з господарсько-побутовими стічними водами.

Вміст біогенних речовин у поверхневих стічних водах, що скидаються з території населених пунктів до поверхневих водних об'єктів без очищення може досягати: Nзаг. до 6,2 мг/л, Pзаг. – до 4,0 мг/л [2].

На даний період на законодавчому рівні не встановлено механізму впровадження екологічно безпечного водовідведення в населених пунктах України. Існуючі нормативно-правові акти та, відповідно, існуюче водовідведення не забезпечують екологічну безпеку України у сфері водокористування населених пунктів щодо водних об'єктів та не відповідають стандартам, нормативам та

правилам у галузі охорони та раціонального використання водних ресурсів Європейського Союзу.

В Основній (рамковій) Директиві ЄС 2000/60/ЄС райони питних водозаборів та водойми, що зазнають антропогенного евтрофування, віднесені до зон, які підлягають особливій охороні, з більш суворою регламентацією антропогенного навантаження.

Тому одним з дієвих засобів впливу на стан водних об'єктів в Україні є підвищення рівня організації водовідведення з території населених пунктів та перевлаштування існуючого водовідведення в екологічно безпечну систему. Впровадження сучасних технологічних схем у системі водовідведення населених пунктів призведе до зменшення, а у майбутньому – до припинення надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин та мікробіального забруднення. Цьому сприятиме очищення поверхневих стічних вод, до складу яких в аварійних ситуаціях на мережах господарсько-побутової каналізації потрапляють і неочищені стічні води. З впровадженням екологічно безпечного водовідведення обсяги неочищених поверхневих стічних вод, що скидаються у водні об'єкти, будуть постійно скорочуватись, тоді як на сьогодні вони становлять реальну загрозу забрудненню та замуленню річок та водойм країни.

Екологічний стан поверхневих водних об'єктів тісно пов'язаний з процесами у підземній гідросфері, особливо з такими, як:

зміна геохімічних умов формування якісного складу поверхневих і підземних вод внаслідок змін хімічних параметрів ландшафтів, застосу-

вання засобів хімізації земель, забруднення геологічного середовища нафтопродуктами, сполуками важких металів, витоками з каналізаційних мереж, яким властиве бактеріальне забруднення;

втрата природної дренажності території внаслідок будівництва каскаду водосховищ на Дніпрі, ставків і запруд на великих і малих річках, що призвело до підвищення рівнів ґрунтових вод на 3-5-10 м та скорочення товщини водонасичених сорбційно здатних ґрунтів, які виконували значну захисну роль відносно забруднення ґрунтових вод. Крім того, це посилює розвиток процесу підтоплення територій, втрату міцності лесових і лесо-суглинистих ґрунтів та зниження їх стійкості;

значне зростання площ техногенного підтоплення промислових агломерацій, що є чинником посилення та прискорення міграції техногенних забруднювачів у підземну гідросферу, верхня зона якої (зона активного обміну) вважається джерелом захищення прісноводних підземних вод.

На території України площі природного та техногенного підтоплення, за оцінками учених та відповідних інженерних служб, сягають 70 тис. км² (до 12 % території країни), налічується більше 540 міст і селищ із сталими проявами процесів підтоплення, у 97 населених пунктах площа підтоплення перевищує 50 % їх території. У підтопленому стані знаходяться 454 сільські населені пункти, з них 123 – у зоні зрошувального землеробства та великих водосховищ [3].

Захист будівель, споруд та територій від підтоплення підземними

водами здійснюється дренажем, яким надмірна кількість води відбирається з ґрунту та відводиться до мереж дощової каналізації або ж у поверхневі водні об'єкти.

У підземних (дренажних) водах виявлені такі забруднюючі речовини як сполуки азоту, фосфору, нітрати, нафтопродукти, важкі метали, спостерігається бактеріальне забруднення сапрофітними кишковими бактеріями, що у багато разів перевищують допустимі норми.

Відповідно до вимог ДБН В.2.5-75 у системі дощової каналізації повинно бути забезпечено очищення найбільш забрудненої частини поверхневого стоку, що утворюється в період випадання дощів, танення снігу та мийки дорожніх покриттів, тобто не менше 70 % річного об'єму поверхневих стічних вод для сельбищних територій і територій підприємств першої групи і всього об'єму стоку підприємств другої групи.

Очищення поверхневих стічних вод та дренажних вод можливо здійснювати на локальних очисних спорудах дощової каналізації або ж на очисних спорудах каналізації населеного пункту з використанням існуючого комплексу мереж і інженерних споруд систем каналізації для їх відведення та спільного очищення побутовими і виробничими стічними водами.

Для реалізації екологічно безпечної системи водовідведення з використанням систем господарсько-побутової каналізації рекомендовано доповнити існуючі схеми водовідведення модулем, що управляється, і який призначений для вирішення наступних завдань:

- забезпечення очищення поверхневих стічних вод на існуючих біологічних очисних спорудах, що розраховані на очищення господарсько-побутових і виробничих стічних вод;

- запобігання надходженню на біологічну ланку очисних споруд суміші господарсько-побутових та виробничих стічних вод, забруднених понад вимоги біологічного способу очищення;

- управління режимами роботи системи водовідведення при подачі стічних вод на очисні споруди у штатних та аварійних ситуаціях.

Технічною схемою, при подачі забрудненої частини поверхневих стічних вод населених пунктів на біологічні очисні споруди, передбачено регулювання поверхневого стоку ємностями (РЕ), які розміщують на майданчиках існуючих насосних станцій каналізації. В нічні години поверхневі стічні води із РЕ насосними станціями перекачуються на біологічні очисні споруди.

Для приймання високозабрудненої частини поверхневих і господарсько-побутових та виробничих стічних вод на території біологічних очисних споруд необхідно передбачити спеціальні ємності (РЕ-1 та РЕ-2). З цих ємностей забруднені води подаються на очисні споруди з витратою, яка в суміші з іншими господарсько-побутовими, виробничими та поверхневими стічними водами не перевищить розрахункову витрату очисних споруд та допустиму концентрацію забруднених речовин для біологічного способу очищення.

Для контролю за складом стічних вод передбачено центральний пункт оперативного управління, з якого забезпечується збір інформації від

датчиків автоматизованої системи контролю стічних вод (Д1), вибір управлінських рішень та видача команд на автоматизовану запірно-регулюючу апаратуру. Через широкую мережу міжелементних трубопроводів забезпечується подача стічних вод встановленими витратами на очисні споруди у відповідності до прийнятих управлінських рішень.

Для упорядкування існуючого водовідведення в населених пунктах України кожну з 3-ох систем водовідведення (роздільну, напівроздільну, загальносплавну) слід доповнити описаним вище модулем водовідвідної системи. При цьому на усіх водовипусках неочищених поверхневих стічних вод у водні об'єкти влаштовуються розподільчі камери, через які відокремлена витрата поверхневих стічних вод відводиться на відповідні насосні станції і подається на біологічні очисні споруди так, як це описано для розглянутого вище модуля.

Необхідність влаштування очисних споруд для очищення дренажних вод, що відводяться з підтоплених територій, визначаються їх хімічним та бактеріологічним складом, умовами приймання їх у поверхневі водні об'єкти і здійснюється на основі оцінки технічної можливості та економічної доцільності.

За умови очищення дренажних вод на біологічних очисних спорудах населених пунктів або очисних споруд виробничих стічних вод підприємств дренажна вода повинна скидатися "глухим" (напірним) трубопроводом у відвідний колектор або у приймальний резервуар каналізаційних насосних станцій.

На рис. 1, 2, 3 показано схеми упорядкування водовідведення в населених пунктах для різних систем (роздільної, напівроздільної, загальносплавної). У відповідності до цих схем для упорядкування існуючого водовідведення передбачається його доповнення описаним вище модулем А, в якому передбачено влаштування регулюючих ємностей РЕ-1 та РЕ-2 на території очисних споруд для поверхневих стічних вод та перехоп-

лення в аварійних ситуаціях суміші господарсько-побутових, виробничих та поверхневих стічних вод, забруднених понад вимоги біологічного способу очищення, а також влаштування на майданчиках існуючих насосних станцій каналізації регулюючих ємностей (РЕ) для акумуляції дощових та дренажних вод з подальшим поступовим їх відведенням на очисні споруди.

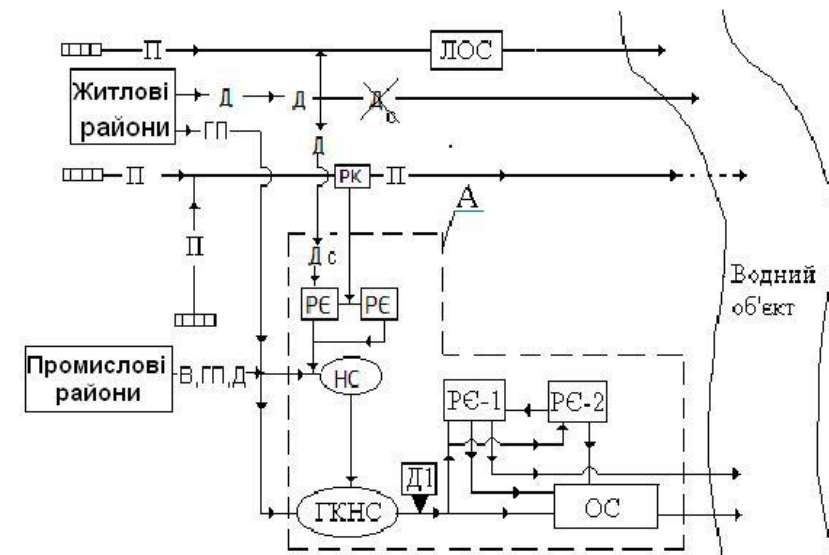


Рис. 1. Схема упорядкування роздільної системи водовідведення:

А - фрагмент території населеного пункту з рекомендованою схемою водовідведення і очищення стічних вод;

□□□□ - дощоприймачі;

ГП - господарсько-побутові стічні води;

П - поверхневі стічні води;

В - виробничі стічні води;

Д - дренажні води;

Дс - випуски дренажних вод, що закриваються;

ГКНС - головна каналізаційна насосна станція;

ОС - очисні споруди населеного пункту;

ЛОС - локальні очисні споруди (поверхневих стічних вод);
 РК – розподільча камера;
 РЕ – регулюючі ємності.

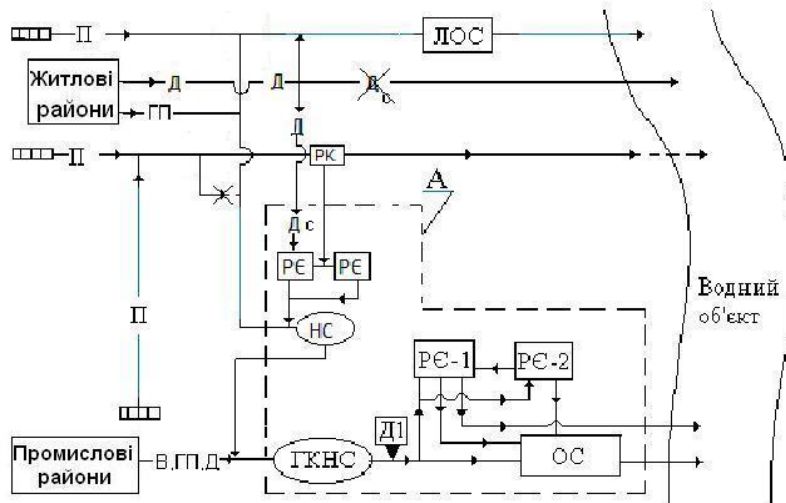


Рис. 2. Схема упорядкування напівроздільної системи водовідведення: умовні позначення на рис. 1

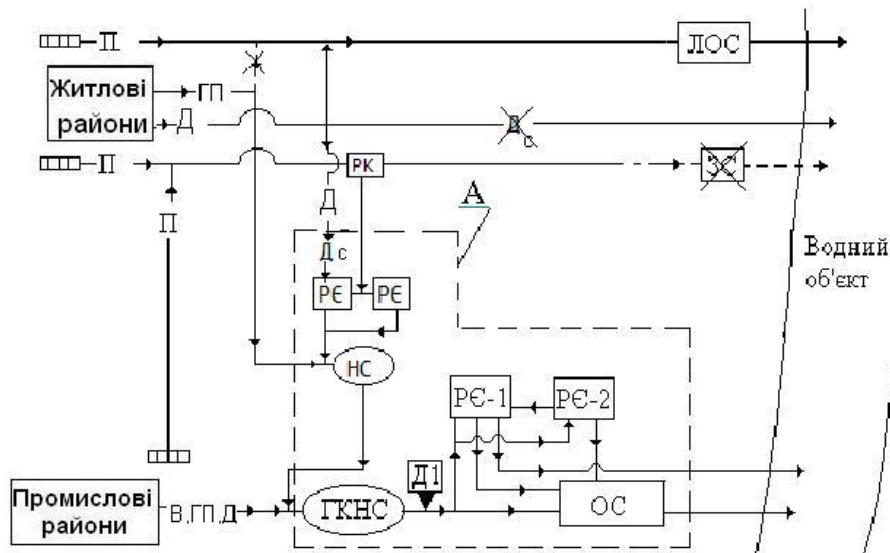


Рис. 3. Схема упорядкування загальносплавної системи водовідведення: умовні позначення на рис. 1

Поверхневі стічні води спрямовують на локальні очисні споруди, або через розподільчі камери найбільш забруднену частину дощового стоку направляють у регулюючі ємності на майданчиках каналізаційних насосних станцій з подальшим відведенням на очисні споруди, а найменш забруднену частину (надлишкову кількість дощових вод під час злив) через розподільчі камери без очищення скидають у водний об'єкт існуючим зливоскидом.

Дренажні води в залежності від місцевих умов спрямовують в дощову каналізацію або напірним трубопроводом у господарсько-побутову каналізацію, а їх випуски у водні об'єкти ліквідуються.

Спільне очищення поверхневих і дренажних вод з господарсько-побутовими стічними водами є технологічно і економічно вигідним, не потребує додаткових затрат на будівництво очисних споруд, їх експлуатацію та надійним в санітарно-гігієнічному відношенні. Перевагою спільного очищення є забезпечення показників якості очищених вод у відповідності з нормативними вимогами до скидання зворотних вод у водні об'єкти і, що особливо важливе, для поверхневого стоку по завислим речовинам і нафтопродуктам.

Очищення забрудненої частини поверхневих стічних вод і дренажних вод на біологічних очисних спорудах каналізації в тому числі можливе через зменшення об'єму стічних вод, що надходять на очищення. В Україні спостерігається значне зменшення водоспоживання та притоку стічних вод. Завантаженість насосних станцій і очисних споруд складає до 50 – 60 % проектної потужності, що дає

можливість направляти на очищення найбільш забруднену частину поверхневих стічних вод.

Для локального очищення поверхневих стічних вод використовуються:

- ставки-відстійники або резервуари;
- ставки з вищою водною рослинністю (ВВР) або біоінженерні споруди.

При виборі технології локального очищення поверхневих стічних вод слід враховувати їх обсяги та склад, а також наявність вільних площ для розміщення очисних споруд. При цьому найбільш доцільною спорудою є ставки з вищою водною рослинністю.

Висновки

Запропонована організація екологічно безпечного водовідведення в населених пунктах України спрямована на припинення забруднення поверхневих водних об'єктів та підземних вод, її реалізація сприятиме збереженню та поліпшенню стану водних екосистем.

Впровадження екологічно безпечного водовідведення дозволить:

- суттєво зменшити надходження забруднюючих речовин у водні об'єкти завдяки очищенню поверхневих стічних і дренажних вод, а також стічних вод, які виникають в аварійних ситуаціях;
- зменшити обсяги поверхневих стічних вод, які по рельєфу місцевості неорганізовано стікають у водні об'єкти;
- попередити аварійні ситуації на біологічних очисних спорудах перехопленням стічних вод, забруд-

нених понад вимоги біологічного способу очищення, та спрямуванням їх у регулюючі ємності; – знизити ризик захворюваності внаслідок водного фактора.

Список використаних джерел

1. ДБН В.25-75-2013. Каналізація. Зовнішні джерела та споруди. Основні положення проектування.
2. Дмитрієва О.О., Хоренжя І.В. Екологічно безпечне водовідведення з території м. Оdesa в аварійних ситуаціях. Харків - 2013.
3. Рекомендації парламентських слухань «Підтоплення земель в Україні: проблема та шляхи подолання» Постанова Верховної Ради України від 06.03.2003 р. № 609-IV;
4. Статистичний щорічник Україна - 2013р.

УДК [591.553+639.11/.16](292.485)

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННИХ ЗАГРОЗ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Ірина Анатоліївна Трач, Василь Григорович Петрук, Володимир Володимирович Костюк, Роман Васильович Петрук
аспірант, Вінницький національний технічний університет
д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет
аспірант, Вінницький національний технічний університет
к.т.н, Вінницький національний технічний університет
вул. Хмельницьке шосе 95, 21021, м. Вінниця
trachiryna2103@gmail.com

Встановлено значний негативний вплив транспортної інфраструктури, технологічних процесів автодорожніх робіт, неконтрольованого полювання та браконьєрства, надмірного вилучення тварин, інтенсифікації сільськогосподарських і лісогосподарських робіт та інших техногенно-екологічних чинників на угруповання мисливської теріофауни, які збільшують небезпеку для існування цих популяцій та посилюють депресію і навіть їх зникнення. **Ключові слова:** техногенні загрози, екологічна безпека, мисливська теріофауна, транспортна інфраструктура, пестициди.

Анализ техногенных угроз на экологическую безопасность природной среды Трач И.А., Петрук В.Г., Костюк В.В., Петрук Р.В. Установлено значительное негативное влияние транспортной инфраструктуры, технологических процессов автодорожных работ, неконтролируемой охоты и браконьерства, чрезмерного изъятия животных, интенсификации сельскохозяйственных и лесохозяйственных работ и других техногенно-экологических факторов на группировки охотничьей териофауны, которые увеличивают опасность для существования этих популяций и усиливают депрессию и даже их исчезновения. **Ключевые слова:** техногенные угрозы, экологическая безопасность, охотничья териофауна, транспортная инфраструктура, пестициды.

Analysis of the impact of man-made threats to the ecological safety of the environment Trach Irina, Petruk Vasily, Kostyuk, Vladimir Petruk Roman Established a significant negative impact of transport infrastructure, processes, road works, uncontrolled hunting and poaching, excessive removal of animals, intensification of agricultural and forestry activities and other man-made and environmental factors on group hunting mammal fauna that increase the danger to the existence of these populations and increase depression and even their disappearance. **Keywords:** man-made threats, environmental safety, hunting mammal fauna, transport infrastructure, pesticides.

Вступ

Мисливська теріофауна протягом усього історичного часу була і є сьогодні об'єктом постійного та майже регулярного користування. Мисливська теріофауна України протягом

останніх 50-60 років виявляють стійку тенденцію до виснаження. На сьогоднішній день більшість її популяцій знаходяться в катастрофічному стані. Незважаючи на законодавчу заборону та обмеження щодо вилу-

чення мисливських ссавців, охорони місць їхнього перебування, спостерігається катастрофічний вплив антропогенних факторів на їх біотопи. За сучасних екологічних та соціально-економічних умов необхідно передбачати дію загроз поголів'ю мисливських тварин. До загроз прямих з негайним наслідком відносяться лісові пожежі (часом їх площа досягає кількох тис. га), великі повені, погодні аномалії. Опосередковані загрози стосуються трансформації традиційних місць існування тварин; фрагментації або і знищення біотопів; забруднення середовища виробничими і побутовими відходами, пестицидами; інтенсифікації лісокористування (в тому числі рекреаційного). Наслідки опосередкованих загроз виявляються не одразу, а через якийсь час, по мірі зміни структури лісів, збіднення кормової бази, посилення чинника турбування. Зменшення чисельності мисливських тварин відбувається, найчастіше, внаслідок порушення середовища їх існування та структури популяцій (омолодженість, порушення вікової і статеві структури, ускладнення відносно обміну генетичною інформацією внаслідок фрагментації біотопів та зменшення щільності поголів'я) [1]. Результатом техногенно-екологічних загроз є висока смертність мисливських ссавців від отруєння мінеральними добривами, пестицидами, забрудненою водою та від зменшення кормової бази; неспроможність відновлювати чисельність своїх популяцій; зникнення на окремих територіях, де ссавці мають вагомий вплив на екосистеми в цілому. Наприкінці 80-х років ХХ ст. в Україні мисливська теріофауна набула особливого розви-

тку і сягнула надто високої чисельності. Але після набуття Україною незалежності в процесі реформування аграрної та мисливської галузей, законодавчої бази щодо захисту та відновлення фауни було допущено багато помилок, які призвели до скорочення чисельності диких ссавців.

Вплив техногенних загроз на екологічну безпеку мисливської теріофауни.

До техногенно-екологічних чинників, що негативно впливають на весь теріологічний комплекс диких ссавців України, варто віднести не завжди обґрунтоване ведення лісового господарства, землеробства, використання пестицидів і осушування боліт, браконьєрство, а також прокладання автошляхів і будівництво об'єктів житлового та господарського призначення. Усе це спричиняє зростання смертності молодняку від різних причин, утримується чисельність тварин на низькому рівні, унеможливується мешкання багатьох видів взагалі [1].

Погіршують умови існування наземних тварин і транспортна система [2, 3], головними екологічними ефектами якої є: втрата і трансформація біотопів, турбування через прямий доступ людини до оселищ тварин, отруєння внаслідок хімічного забруднення викидами двигунів та паливно-мастильними матеріалами, смертність через рух транспорту, фрагментація біотопів та порушення міграційних шляхів, екологічна та генетична диференціація популяцій внаслідок просторової ізоляції транспортною інфраструктурою, зміна біотичних особ-

ливостей популяцій, виникнення техногенних чинників (табл. 1). крайових ефектів та багато інших

Таблиця 1 Вплив транспортної системи на мисливських ссавців

Фактори впливу дорожньої системи	Наслідки негативного впливу для мисливської теріофауни
Фрагментованість транспортної інфраструктури; Інтенсивний транспортний рух; Будівництво лісових доріг для підвищення ефективності лісозаготівель; Будівництво нових шляхів без врахування ландшафтних, флористичних та фауністичних особливостей геосистем; Відсутність дорожніх інженерних споруд для забезпечення нормального існування тварин (зелені мости, дренажні труби та ін.).	Хімічне забруднення викидами двигунів та паливно-мастильними матеріалами; Шумове та світлове забруднення; Накопичення твердих побутових відходів в природних смугах; Порушення спокою тварин; Зростання доступу людей до біотопів; Браконьєрство; Зіткнення тварин з автомобілями; Фрагментація та трансформація біотопів; Виникнення крайових ефектів; Втрата продуктивної частини екосистеми; Погіршення захисних та кормових властивостей біотопів; Дроблення площ індивідуальних ділянок аж до зникнення виду тварин; Порушення міграційних шляхів; Просторова ізоляція популяцій; Порушення вікової та статеві структури популяцій.

Негативно відбивається на чисельності диких тварин і випасання великої рогатої худоби у лісах та на луках поблизу водойм. Найбільш інтенсивно це відбувається протягом весняно-літнього періоду, коли з'являються молодняк ссавців. Провалювання їхніх нір, посилення неспокою та інші несприятливі впливи спонукають тварин до переселення. Також свійські ссавці є небажаними компонентами природних екосистем. Через парування собак з вовками, лісових котів зі свійськими котами з'являються гібридні особини, що руйнують генетичний фонд і формують популяції, вплив яких на інші компоненти спотворених природних екосистем важко передбачити. Зазначимо, що останнім часом популяція лісового kota у Вінницькій області

зростає і потребує запровадження заходів щодо його охорони та збереження. Крім того, здичавілі свійські коти здатні суттєво скоротити чисельність дрібних рідкісних ссавців [4].

Практично для всіх ссавців велику небезпеку становить традиційне ведення лісового господарства. Рубки лісу всіх типів (від рубок догляду до санітарних) знищують старі дерева, які завжди були основними місцями мешкання кажанів, вовчків, виведення молодняку дрібними кунячими, горностаєм та різними видами гризунів. Рубки лісу погіршують також захисні умови і у такий спосіб та зменшують сміність угідь. До середини ХХ ст. в Україні проводили досить інтенсивну лісозаготівлю, яка обумовила сучасну вікову та породну структуру лісів. Вирубка дубових, грабових лісів та відновлення пло-

щі, вкритої лісом, за рахунок шпилькових порід погіршили умови існування всіх оленячих. Через зімкнутість крон у таких лісів з'явився слаборозвинений підлісок, що пояснює дефіцит зимових кормів цього виду. Старіння лісу, заміна листяних порід на шпилькові негативно впливають на чисельність і щільність населення оленячих.

Незважаючи на законодавчу заборону та обмеження щодо вилучення диких тварин, а також охорону місць їхнього перебування, надзвичайно поширене браконьєрство, що прогресує останні роки. Низька культура проведення полювань та низький рівень соціального стану населення, у тому числі й мисливців, підштовхують до браконьєрства, що є одним з провідних факторів зниження чисельності мисливських ссавців України [4, 5].

Значна частина мисливської теріофауни зменшується через забруднення води в річках, ставках та озерах тощо. Основним забруднювачем водних джерел є, зокрема, промисловість та виробництво, які з їх застарілими технологіями суттєво забруднюють навколишнє середовище. Досить небезпечними для тварин дедалі стають атмосферні забруднення, що викликають ще й мутагенні явища.

Сільськогосподарське виробництво не меншою мірою, як і браконьєрство, негативно впливає на мисливську теріофауну та її біотопи існування. Відчутне скорочення багатьох популяцій пояснюється трансформацією природних ландшафтів в агроценози, яка відбулася на всьому просторі України [5]. Значну частку мисливських угідь становить рілля, яка за сучасною технологією сільськогосподарського виробництва щорічно потребує використання різних видів

добрив та пестицидів для інтенсивного вирощування ячменю, соняшника, озимої пшениці, кукурудзи та інших. Кореляційний аналіз обсягів внесених пестицидів та чисельності зайця-русака показав взаємозв'язки між ними (рис.1, а). Отримане значення коефіцієнта кореляції ($r = -0,851$) вказує на те, що при умові збільшення внесення обсягів пестицидів відповідно зменшується чисельність зайця-русака. Отримане значення коефіцієнту кореляції між чисельністю зайця-русака та кількістю внесених мінеральних добрив становить $r = -0,657$, що вказує на значну обернену кореляцію (1, б).

а)

б)

Рисунок 1 – Динаміка чисельності зайця-русака залежно від: а – рівня пестицидного навантаження; б – кількості внесених мінеральних добрив під урожай

Крім того, значна частина молодого потомства дрібних мисливських ссавців гине на полях за механізованого обробітку ґрунту та збирання врожаю. Основними причинами загибелі тварин під час механізованого обробітку ґрунту та збирання врожаю є існуючі способи виконання робіт. В останні роки на території України збільшилися площі просапних культур, що потребують інтенсивного механізованого обробітку ґрунту в період розмноження тварин. Вирощування на великих площах буряку та соняшнику є особливо небезпечним чинником для мисливської теріофауни. Завдяки багаторазовій культивуванню та інтенсивного хімічного обробітку на плантаціях цих культур спостерігається критично низька чисельність ссавців. В цій ситуації яскравим прикладом є популяція зайця-русака [5, 6].

Було встановлено, що при умові збільшення площі посівів соняшника значно зменшується чисельність зайця-русака (рис. 2, а), коефіцієнт кореляції становить $r = -0,738$. Така сама залежність чисельності зайця-русака і від збільшення площ посівів зернових та зернобобових. Завдяки кореляційному аналізу було виявлено досить значну залежність чисельності дикої свині від площ посівів зернових та зернобобових культур ($r = 0,543$), коли при збільшенні посівів зернових та зернобобових збільшується чисельність дикої свині (2, б), оскільки, зокрема, овес, пшениця, горох та кукурудза становлять значну частку харчування дикої свині в весняно-літній період.

а)

б)

Рисунок 2 – Динаміка чисельності: а – зайця-русака залежно від площі посівів соняшнику; б – дикої свині залежно від площі посівів зернових та зернобобових

Також великої шкоди популяціям дрібних мисливських тварин завдають пожежі. Якщо раніше землероби, незважаючи на законодавчі заборони, підпалювали тільки стерню для знищення насіння бур'янів і впалого зерна, то зараз дуже популярним і практично безкарним стало випалювання сухої трави в лісонасадженнях.

Висновки

Отже, з вище приведеного аналізу можна констатувати, що сучасні технології виникли є беззаперечною і масштабною загрозою для існування екосистем теріофауни України і мисливської теріофауни зокрема. Дове-

дено, що транспортна інфраструктура є найбільш потужним лімітуючим фактором популяцій мисливської теріофауни, що порушують стабільність фауністичної екосистеми в цілому. На підставі експериментальних досліджень та статистичних даних встановлено різке зменшення чисе-

льності мисливської теріофауни від збільшення об'ємів внесених мінеральних добрив та пестицидних препаратів, як наслідок різкої інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, що становить для них екологічну небезпеку.

Література

1. Трач І.А. Сталий розвиток України: збереження мисливських ссавців / І.А. Трач // Екологія та сталий розвиток: Матеріали І Наук.-практ. конф. – Маріуполь: ДонДУУ, 2015. – С. 59-61.
2. Трач І.А. Вплив транспортних систем на екологічну безпеку популяції диких тварин / І.А. Трач, В.Г. Петрук, Л.А. Бойчук // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво № 1.– Вінниця, 2015.– С. 128-133.
3. Трач І.А. Екологічний аналіз впливу зони дорожнього ефекту на популяції диких тварин / І.А. Трач, В.Г. Петрук // V-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія / Ecology - 2015) / Збірник наукових статей. - Вінниця: Видавництво-друкарня ДІЛО, 2015. - 280 с. С. 153.
4. Волох А. М. Охотничьи звери Степной Украины: Монография. / А. М. Волох. – Херсон: ФЛП Гринь Д. С., 2014. – Т. 1. – 412 с.
5. Волох А. М. Охотничьи звери Степной Украины: Монография. / А. М. Волох. – Херсон: Гринь Д. С., 2016.– Т. 2. – 571 с.
6. Трач І.А. Екологічна оцінка токсичного впливу дихлорфеноксигербіциду 2,4-Д на диких ссавців / [І.А. Трач, В.Г. Петрук, Н.О. Гребенюк, Т.С. Прадівляна] // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Спеціальний випуск до IX Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні проблеми збалансованого природокористування”, м. Кам'янець-Подільський, 27-28 листопада 2014 року. – Кам'янець-Подільський: Подільський державний аграрно-технічний університет, 2014. – С. 71-73.

ПИТАННЯ ОСВІТИ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

УДК378.147:504

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ В ЕКОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ

Онопріснко В.П., Бондаренко С.М.

Сумський національний аграрний університет
вул. Герасима Кондратьєва, 160, 40000, м. Суми
admin@sau.sumy.ua

Розглянуто екологічні проблеми енергетичного забезпечення населення, позитивні та негативні сторони екологічної освіти пропонованих в енергетиці технологічних рішень, особливості організації навчального процесу у вигляді вільних дискусій із залученням сучасних даних і думок різних груп фахівців. **Ключові слова:** екологічна освіта, енергетика, технологічні рішення, екологічні загрози.

Рассмотрены экологические проблемы энергетического обеспечения населения, положительные и отрицательные стороны экологического образования предлагаемых в энергетике технологических решений, особенности организации учебного процесса в виде свободных дискуссий с привлечением современных данных и мнений различных групп специалистов. **Ключевые слова:** экологическое образование, энергетика, технологические решения, экологические угрозы.

We consider the environmental problems of energy supply of the population, the positive and negative aspects of the proposed environmental education in energy technology solutions, especially the educational process in the form of free discussions involving current data and opinions of various groups of professionals. **Keywords:** environmental education, energy, technology solutions, environmental threats.

Центральним завданням екологічної освіти і виховання в середній та вищій школі є доведення до кожного майбутнього активного громадянина суспільства усвідомлення необхідності сталого розвитку цивілізації як фактора існування людського суспільства загалом. Таке усвідомлення має визначати менталітет, емоції людини, її

поведінку в соціумі та професійну діяльність.

Історично склалося так, що в поняття "сталий розвиток" фахівці різного профілю вкладають різний зміст: висувають на перший план економічний складник, соціальні компоненти або екологічну обґрунтованість розвитку технологій природокористування [1]. Найбільш поширене розуміння

сталого розвитку, коли поліпшуються умови життя людини, а вплив на навколишнє середовище залишається в межах господарської ємності біосфери і не руйнується природна основа функціонування людства [2, 3]. Додержання цих компонентів парадигми сталого розвитку передбачає задоволення потреб людства без нанесення шкоди майбутнім поколінням.

Постановка проблеми

Інтенсивний розвиток різних форм одержання енергії в умовах глобальної екологічної кризи зумовлює особливу роль екологічної освіти для трансформації менталітету населення Землі, вимагає організації навчального процесу із залученням сучасної інформації щодо нових напрямів наукових розробок та фахівців, що працюють в галузі енергетичного забезпечення населення.

Особливості розуміння різними фахівцями фундаментальних механізмів, які забезпечують сталий розвиток цивілізації передбачають використання в системі екологічної освіти та виховання різних елементів дискусійності та творчого пошуку. Форми організації і зміст навчального процесу з екології під час розгляду проблем раціонального використання енергетичних ресурсів вимагає спеціальних методів і прийомів у навчальному процесі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Концепція сталого розвитку цивілізації пов'язана з екологічним менеджментом, як спеціальною системою управління, спрямованою на збереження якості природного середовища, екологічно обґрунтоване природокористування та ефективне використання державних екологічних нормативів [4]. Деякі науковці з економіки вважа-

ються другорядними проблеми екології, а іноді й просто ігнорують їх. Наприклад, О.М. Варченко [5] під час аналізу розвитку сільського господарства України зазначає, що "У ринкових умовах основними факторами впливу на сталий розвиток сільськогосподарського виробництва є витрати, ціна, прибуток товаровиробників". Роль екологічних факторів та природних механізмів підтримки родючості ґрунту як основи довгострокового користування ріллею не згадується.

Одночасно О.І. Сідляр [6] підкреслює, що "Екологічні затрати мають на меті недопущення забруднення навколишнього середовища та вимагають переходу від невідновлювальних до відновлювальних ресурсів, запровадження технологічних процесів, які б мали мінімальний негативний вплив на довкілля". Аналогічної точки зору дотримується Н.М. Салатюк [7], який стверджує що "на сучасному етапі розвитку продуктивних сил України екологічний фактор став невід'ємною складовою економічного зростання". Т.В. Сокольська [8] обґрунтовує необхідність в Україні підвищення якості освіти, особливо в сільських районах для забезпечення послідовного переходу на екологічно чисті технології в землекористуванні.

Засвідчено, що екологічна освіта і виховання можуть бути ефективними тільки як безперервний процес, що охоплює всі вікові групи населення [9], які є невід'ємною частиною освітньої політики загалом з визнанням пріоритету екології, економіки та екологічних знань [10].

До дискусійних проблем економіки та екології передусім належать проблеми енергетики. У доповіді, розробленій Національною радою США з

розвідки, особливо підкреслюється, що доступ до енергетичних ресурсів і змагання держав за них є однією з найважливіших невизначеностей у розвитку цивілізації [11].

Викладення основного матеріалу

До першого десятиліття ХХІ століття людина використовувала різні джерела для одержання енергії, але їхній внесок істотно змінювався. Станом на 2010 рік у середньому на частку нафти припадає близько 37%, вугілля - 25%, природного газу - 24%, гідроенергії - 7%, атомних електростанцій - 6,5%, на інші джерела енергії – менше 1%. Отже, в енергетичному забезпеченні соціуму стабільно переважають поновлювані джерела енергії.

Оцінка енергетичної цінності матеріалів, що використовуються для одержання енергії, залежить від їх енергетичних цінностей. Для основних видів енергоресурсів у середньому вона становить:

кам'яне вугілля – 21-30 тис. кДж/кг;
торф – 13-16 тис. кДж/кг;
природний газ – 46-47 тис. кДж/кг;
сира нафта – 43 тис. кДж/кг;
деревина – 14-15 тис. кДж/кг;
солома злакових рослин – 12-14 кДж/кг.

Дидактично проблеми енергетики можна поділити на дві групи. Перша – це сукупність наукових даних, за якими думка фахівців-екологів повністю визначилася і підтримується державними структурами. Друга група – це рішення в галузі енергетики, за якими й досі ведеться дискусія фахівців, і люди, що навчаються, повинні об'єктивно оцінювати і аналізувати погляди і докази, що наводяться екологами, технологіями й економістами з дискусійних проблем енергетики. Розмежування цих проблем та організація на-

вчального процесу в цьому випадку належать до числа інноваційних методів у педагогіці [12].

Існує ряд основних джерел енергії, екологічну небезпеку яких усвідомлено і відносно них розроблено відповідні технології пом'якшення або повного усунення їх шкідливого впливу на природне середовище та на здоров'я людей. До таких джерел енергії віднесено такі..

Вуглеводневе паливо. Термін «вуглеводне паливо» об'єднує копальни, енергоємні матеріали - нафта та продукти її переробки, кам'яне вугілля, горючі сланці, природний газ, торф. Висхідні види палива формуються зі скам'янілих останків відмерлих рослин у процесі розкладання в анаеробних умовах під впливом тепла і тиску в земній корі протягом мільйонів років. Для утворення торфу потрібно менше часу - сторіччя. Він формується при анаеробному розкладанні болотних рослин під впливом тепла і тиску в земній корі протягом мільйонів років. Для утворення торфу потрібно менше часу - сторіччя. Він формується при анаеробному розкладанні болотних рослин і трав. Останніми роками поширилося використання горючих сланців. Це корисна копалина, що дає при сухій перегонці значну кількість смоли, близької за складом до нафти. Сланці в основному утворилися близько 450 мільйонів років тому на дні моря з рослинних і тваринних залишків. Вони служать сировиною для одержання сланцевого газу, який складається переважно з метану.

До переваг вуглеводневого палива належить його висока калорійність (крім торфу) і порівняно легке транспортування на великі відстані. Тому цей вид палива найбільш часто використовується на теплових електростанціях.

Добре вивчені і негативні сторони використання вуглеводневих джерел енергії. Внаслідок їх спалювання в атмосфері виділяються оксиди вуглецю

(до 50-70%), оксиди сірки (до 20%), оксиди азоту (до 6-8%), вуглеводні (до 5-20%), сажа, оксиди, похідні мінеральних включень і домішок вуглеводневого палива. Всього у викидах котелень та транспортних двигунів в атмосферу надходить до 200 видів високотоксичних речовин. Разом із вихлопними і відпрацьованими газами в атмосферу потрапляє у вигляді гарячих газів і нагрітої води близько 60-80 % усієї одержаної при спалюванні вуглеводневого палива теплоти, що призводить до теплового забруднення атмосфери.

Розроблено численні технологічні методи зниження екологічного збитку від спалювання вуглеводневих енергоємних матеріалів. Але вони далеко не завжди використовуються, через здрожження одержання енергії. При відповідному державному регулюванні екологічні порушення в природному середовищі можуть бути мінімізовані.

Гідротермальна енергетика заснована на використанні тепла підземних вод. Таку воду використовують або прямо для обігріву, або шляхом переробки на електроенергію. Вона використовується в регіонах з близьким виходом гарячих джерел. Основна екологічна небезпека гідротермальної енергетики полягає у виході на поверхню сильно засолених вод.

Гідроенергетика. Гідроенергетика в основному спирається на силу проточної води для одержання електроенергії. Це один із найдешевших способів одержання енергії, до того ж екологічно найбезпечніший. Тим не менше, ГЕС завдають масштабної шкоди природному середовищу. Це затоплення значних ділянок землі, зайнятих ріллею або лісом та підняття рівня ґрунтових вод поблизу водосхо-

вищ. Тому екологічно більш прийнятними є ГЕС на малих річках.

Геліоенергетика. Пов'язана з прямим використанням потоку сонячної радіації з її перетворенням в електрику за допомогою спеціальних фотоелектричних перетворювачів. Вони бувають різних типів. Одні переводять сонячну енергію в теплову (сонячні теплові електростанції) і широко використовуються як системи опалення будинків. Тільки в Китаї таким чином обігривається понад 50 млн будинків. Інші трансформують сонячну енергію в електрику. Геліоенергетика екологічно найбільш чиста, але її розвиток стримують кліматичні умови (необхідно, щоб в році було 250-300 сонячних днів) і висока вартість (потрібен хімічно абсолютно чистий кремній), що в ряді випадків робить такі установки економічно вигідними. Економічним та екологічним недоліком геліоенергетики є також висока металоємність споруд: на одиницю виробленої енергії сонячні електростанції вимагають в 10-12 разів більше металу, ніж на спорудження теплової та атомної електростанції.

Вітроенергетика. Поряд з використанням деревини як палива, вітроенергетика є одним з найдавніших способів одержання енергії. Вітряки відомі з глибокої давнини. На сьогодні вітряні енергетичні установки, що перетворюють силу вітру в електрику, поширені в багатьох країнах Західної Європи. Технічний потенціал вітрової енергії в Росії оцінюється у 500 млрд кВт ч/рік. Як і сонячні електростанції, вітряні енергетичні установки визначаються кліматом і режимом погоди. Для їх стійкої роботи необхідно, щоб в році було не менше 300 днів із вітром зі швидкістю 6-8 м/сек. Через створюю-

ваний шум такі установки на суші виявилися незручними і їх стали виносити в моря. Крім шумового забруднення, вітряні енергетичні установки спричиняють загибель птахів. Тому з екологічної точки зору це не кращий варіант отримання енергії. Крім того, вітряні енергетичні установки мають високу металоємність, займають великі площі і тому дорогі у виробництві. Проте вони не забруднюють ні воду, ні повітря і не створюють тверді відходи.

Припливно-хвильова енергетика базується на перетворенні енергії припливів і відливів в електричну енергію. Це можливе лише на ділянках морів і океанів з різницею стояння води в прилив і відлив не менше 10 м. Екологічну рівновагу в природному середовищі такі електростанції практично не порушують.

Загалом ці форми одержання енергії, хоча й не мають однозначного рішення, але їх екологічний вплив на природне середовище встановлений досить чітко.

Друга група – це способи одержання енергії, у яких співвідношення економічних вигід та екологічного збитку різними фахівцями оцінюється не однаково. Організація навчального процесу тут вимагає інших методичних прийомів, зокрема, творчих дискусій. Дискусія розглядається нами як найважливіший елемент екологічної освіти, зокрема, під час вивчення проблем енергетичного забезпечення. У цьому зв'язку багато педагогів цитують вислів Х. Ортега-і-Гасет [13]: «Думка, якій не можна заперечити, не варта того, щоб її висловлювати».

Атомна енергетика заснована на використанні збагаченого урану та інших радіоактивних елементів, які в атомних реакторах перетворюються в тепло, а

потім в електрику. На початку ХХІ століття у світі працювало вже 437 ядерних енергоблоків. Лідерами з використання атомної енергетики є США, Франція і Японія. Перевагою ядерної енергетики є маловідходність та високий коефіцієнт корисної дії: лише один стакан урану-235 дозволяє одержати енергії стільки, скільки дає 10 тис. тонн кам'яного вугілля. Крім того, атомна енергетика дозволяє уникнути викидів в атмосферу оксидів вуглецю.

Основні ризики атомної енергетики – це радіоактивне забруднення. Аварії на Чорнобильській АЕС, а потім на АЕС Фукусіма (Японія) засвідчили, що під загрозу повного виведення з господарського користування при цьому потрапляють величезні території і виникають ризики радіоактивного опромінення великої кількості населення. Так, у кінці 2012 року рівень радіації на узбережжі, де знаходиться АЕС «Фукусіма-1», перевищував норму більш ніж у сто разів, а з заражених територій довелося відселити близько 80 тисяч чоловік.

Крім того, АЕС під час експлуатації для охолодження реакторів використовують велику кількість води, яка в нагрітому стані скидається в прилеглі водойми і підвищує рівень теплового забруднення на земній кулі.

Не знайдено однозначного рішення і щодо проблеми зберігання радіоактивних відходів. Англія і США здійснюють захоронення відходів у спеціальних контейнерах, що опускаються на дно морів і океанів. Такий спосіб поховання відходів містить у собі потенційну небезпеку радіаційного забруднення Світового океану в разі руйнування контейнерів під впливом корозії.

Поряд з країнами, які активно розвивають атомну енергетику, у світі ряд

країн від неї відмовляється. Німеччина на основі закону від 2002 року має намір закрити всі свої АЕС до 2020 року. Бельгія також розробила план відмови від експлуатації АЕС в міру вичерпання ресурсів існуючих енергоблоків, а в Італії на проведеному референдумі переважна більшість населення висловила протест проти використання атомної енергетики.

Тому нині питання про атомну енергетику залишається відкритим і значною мірою залежить від урядових рішень. Проте на діючих АЕС повинні суворо виконуватися всі нормативи їх експлуатації.

Біопаливо. Біопаливо є одним із найдавніших способів вивільнення пов'язаної в біомасі рослин (в основному в деревині) сонячної енергії. З огляду на зростання потреб в енергії, нині інтерес до різних форм використання біомаси рослин, що формується, значно зріс. Європейський Союз має намір до 2020 року збільшити ринкову частку біопалива до 10%. Щодо окремих форм застосування біомаси сучасної біосфери для одержання енергії думки екологів і технологів не збігаються. Діаметрально протилежними є погляди на використання як енергетичної сировини біомаси спеціально вирощуваних деревних і трав'янистих рослин, відходів лісової промисловості і сільського господарства та ін.

Залежно від форми біопаливо можна поділити на чотири основні категорії.

1. *Традиційне біопаливо.* У лісовій зоні для одержання теплової енергії широко використовується спалювання деревини місцевих деревних порід. Станом на 2010 рік близько 55% деревини вживається саме як паливо. В інших регіонах як джерело енергії

використовується деревина спеціально вирощуваних дерев, які відрізняються швидким зростанням. Вона може застосовуватися як паливо, але масштабнішою стає переробка деревини на етиловий спирт. У цьому випадку деревину спочатку шляхом так званої BtL-технології (Biomass to Liquid) перетворюють у газ, а потім переробляють на етанол (етиловий спирт).

При уявній екологічності традиційного біопалива важливе значення має вибір деревної породи. У помірних широтах найчастіше використовують різні види тополь і вербу. У тропіках – евкالیпт. Але останні дослідження засвідчили, що саме ці деревні породи відрізняються негативним впливом на атмосферу. Вони виділяють летючу речовину – ізопрен. Традиційні зернові культури або злакові трави ізопрену не виробляють, а породи дерев, що використовуються для одержання біопалива – тополя, верба, евкالیпт синтезують цей вуглеводень у великих кількостях.

Ізопрен, взаємодіючи з іншими забруднювачами повітря при сонячному світлі, утворює токсичний для людини і тварин озон або "тропосферний озон", що є потужним окислювачем і навіть за невеликих концентрацій призводить до подразнення очей і дихальних шляхів. Це викликає зниження життєвої ємності легень, а потім призводить до хронічних захворювань. Небезпечний озон і для рослин. Значна його концентрація в повітрі негативно впливає на закриття продихів, що є результатом зменшення кількості хлорофілу в листі.

Набуло розвитку і вирощування на полях спеціальних видів технічних культур, які формують високу надземну біомасу, яка придатна для одержан-

ня енергії. Перспективними культурами вважають (*Miscanthus* spp., *Arundo* spp., *Spartina* spp. та ін.). Так, види *Miscanthus* рекомендуються для Полісся України, оскільки після 4-х років вирощування він накопичує 15 - 20 тонн підземної біомаси, яка еквівалентна 7-9 т/га вуглецю. Урожай надземної біомаси до 20 т/га може виробляти стільки ж енергії, скільки виробляють з 12 тонн вугілля [14]. Вирощування таких видів, як виявилось, приховує екологічні загрози. Чужі для місцевої флори рослини починають проникати в лугові і лісові фітоценози інвазійні види і різко знижують їх природні якості [15].

2. Біопаливо першого покоління виготовляють із цукру, крохмалю, рослинного масла і тваринного жиру, при використанні традиційних технологій. Основними джерелами сировини є насіння або зерна. Це насіння олійних культур – соняшнику, ріпаку, сої та деяких інших, які пресують для одержання рослинного масла. Рослинні олії потім переводять у форму біодизелю. Цим терміном позначають метиловий ефір, що отримується в результаті хімічної реакції з будь-яких рослинних олій. Біодизель використовують у звичайних двигунах внутрішнього згоряння як самостійно, так і в суміші зі звичайним дизельним паливом.

Із зерна пшениці, кукурудзи та інших зернових культур одержують крохмаль, після його зброджування – біоетанол. Джерелом біоетанолу виступає і цукровий очерет. Біоетанол у хімічному відношенні – звичайний етиловий спирт використовується як енергетична сировина.

3. Біопаливо другого покоління – це палива з нехарчової відновлюваної сировини і відмінні від метанолу, ета-

нолу та біодизеля. Сировиною може бути будь-яка біомаса: тирса, солома, посіви технічних культур і тощо. Так, у Сумській області до 2014 року площі під посівами зернових скоротилися до 634 тис. га, а під технічними культурами зросли порівняно з 2000 роком з 107,5 тис. га до 294,9 тис. га.

В якості відходів у першу чергу використовують солому зернових і бобових культур, лузгу соняшнику, лушпиння гречки та інших зернових культур. Такі відходи переробляють на брикети, агрогранули, пелети та ін., які потім використовують як паливо.

Особливою екологічно важливою проблемою є використання в якості біопалива соломи та інших післяжнивних залишків. За даними С.Гілевич і В.І.Тарасенко [16], в 1 т соломи міститься 5-6 кг азоту, 1-1,4 кг фосфору, 12-18 кг калію, 2-3 кг кальцію, 5 г молібдену, 0,2-1,0 г кобальту. Учені зазначають, що в соломі мікроелементів більше, ніж у зерні тих же культур. Одна тонна соломи зернових культур за вмістом органічної речовини, азоту, фосфору і калію рівноцінна 2-3 тоннам напівперепрівлого гною вологістю 75%. С.Г. Чекалін і М.М. Фартушине [17] також підкреслюють, що "Використання соломи як органічного добрива в зернопарових сівозмінах з озимими культурами на тлі ресурсозберігаючих технологій дозволяє підтримувати вміст гумусу в ґрунті на бездефіцитному рівні". Тому солома в першу чергу це цінне органічне добриво, що сприяє підвищенню родючості ґрунту [18].

Багаторічні дослідження Р.В.Кравченко і М.Т. Купріченко [19] засвідчили, що закладення в ґрунт рослинних залишків не тільки зернових культур, але й бобових, соняшнику та ін. за три роки підвищує відносний вміст

гумусу в ґрунті на 3,1-10,4% (залежно від культури). Це означає, що кожна 1 тонна рослинних залишків, унесена в ґрунт, дає 153-164 кг гумусу на 1 га. В умовах браку гною у зв'язку зі значним скороченням поголів'я великої рогатої худоби в Україні це досить важливий шлях збереження гумусованості, а отже і родючості орних ґрунтів чорноземної зони. У Німеччині, наприклад, для фермерів всі види рослинних залишків повинні використовуватися за схемою: поле - ферма - поле [20]. За даними В.П. Сутягіна [21], для бездефіцитного балансу гумусу відчуження енергії у вигляді сільськогосподарської продукції з агроєкосистеми не повинно перевищувати 30%.

4. Біопаливо третього покоління виробляється з водоростей, але до його практичного застосування поки ще далеко. На відміну від сировини для першого і другого поколінь, водорості можна вирощувати у водоймах, непридатних для сільського господарства

Нині акцент робиться на одержання біопалива першого і другого поколінь. В основу тенденції розвитку галузі одержання енергії за рахунок біопалива покладено дефіцит енергоресурсів і прагнення до отримання швидкого прибутку за рахунок задоволення потреб ринку. Запропоновано багато технологічних рішень для виробництва біопалива. Цій проблемі присвячено багато монографій і статей [22, 23].

У цілому, активний розвиток технологій отримання енергії за рахунок біопалива в багатьох аспектах виявляється не обґрунтованим ні екологічно, ні економічно. Передусім, вони ведуть до зниження площ ріллі – технічні культури, оброблені як сировина для виробництва біопалива, почали витіснити з полів харчові та кормові культу-

ри. Це призвело до різкого зростання світових цін на продовольство, від якого, насамперед, страждає населення слабо розвинених країн. А низький рівень забезпечення населення продовольством при спостережуваному демографічному вибуху є гострою політико-соціальною проблемою.

О.Л. Попова [24], провівши аналіз стану сільського господарства України, виділила широкомасштабну тенденцію до передачі власниками землі орендарям, які масово порушують вимоги плодозміни, раціональної структури посівів на користь прибуткових культур, надто виснажуючи ґрунт. Науковець дійшла висновку, що "використання землі орендарями можна охарактеризувати як террацид – знищення землі", а така "економіка" є деструктивною параекономікою, яка базується на проїданні ресурсів наступних поколінь, що неприпустимо в контексті сталого розвитку.

Висновки

На тлі розвитку різних форм отримання енергії і глобальної екологічної кризи екологічна освіта є основою для трансформації менталітету населення Землі відповідно до парадигми сталого розвитку цивілізації. Під час реалізації екологічної освіти в розділі екологічні проблеми енергетичного забезпечення населення, при збереженні якості природного середовища і насамперед в Україні родючості чорноземів ріллі треба чітко розрізняти позитивні та негативні сторони пропонуваніх в енергетиці технологічних рішень, організовуючи навчальний процес у вигляді вільних дискусій із залученням сучасних даних і думок різних груп фахівців.

Література

- Lélé S. M. Sustainable development. A critical review / S. M. Lélé // World Development, 1991. – Vol. 19, № 6. – P. 607-621.
- Elliott J. A. An introduction to sustainable development / J. A. Elliott. – L.-N.Y.: Tujlorn a. Francis Gr., 2012. – 212 p.
- Урсул А. Д. Концептуальные проблемы устойчивого развития / А. Д. Урсул // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2005. – № 1. – С. 30-38.
- Лавров Е. А. Проблемы сбалансированного развития природопользования / Е. А. Лавров // Вестн. Югорского гос. унив., 2006. – Вып. 5. – С. 84-86.
- Варченко О. М. Складові економічного механізму сталого розвитку сільського господарства / О. М. Варченко // Економіка та управління АПК. – 2012. – № 8. – С. 5-10.
- Сідляр О. І. Складові сталого розвитку аграрного сектора економіки / О. І. Сідляр // Ефективна економіка, 2014. – № 11.
- Салатюк Н. М. Економічне зростання як необхідна умова переходу до сталого розвитку / Н. М. Салатюк. – К., 2013. – 13 с.
- Сокольська Т. В. Основні чинники формування та забезпечення сталого розвитку агросфери / Т. В. Сокольська // Економіка та управління АПК. – 2012. – № 8. – С. 21-25.
- Оноприєнко В. П. Екологічна освіта в системі підготовки сільськогосподарських кадрів / В. П. Оноприєнко. – К. : Знання України, 2010. – 307 с.
- Андрущенко В. П. Освітня політика / В. П. Андрущенко, В. Л. Савельєв. – К. : МП Леся, 2010. – 368 с.
- Доклад Национального Совета по разведке США. Глобальные тенденции 2030: Альтернативные миры. – НСР США, 2012. – 139 с.
- Sharata N. G. Innovation Processes at Higher School as Object of Management / N. G. Sharata // Middle-East Journal of Scientific Research, 2013. – Vol. 13. – P. 74-82.
- Ортега-и-Гассет Х. Что такое философия? / Хосе Ортега-и-Гассет // Что такое философия? – М. : Наука, 1991. – С. 51-191.
- Зинченко В. А. Мискантус – как культура будущего в биоэнергетике / В. А. Зинченко // V Міжнародна науково-практична конференція "Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні". – Львів, 2009. – С. 108-113
- Ditomaso J. Biofuels vs Bioinvasion: Seeding Policy Priorities / Ditomaso J., Reaser J., Dionigi C. // Environ. Sci. Technol., 2010. – Vol. 44. – P. 6906-6910.
- Гилевич С. Солома и сидеральные культуры – важные источники плодородия почвы / С. Гилевич, В. И. Тарасенко. – [Электронный ресурс], 2013 - <http://agrosektor.kz /agricultural-science/soloma-i-sideralnye-kultury-%E2%80%93vazhnyeistochniki-plodorodiya-pochvy.html>
- Чекалин С. Г. Плодородие почвы и пути его регулирования / С. Г. Чекалин, М. М. Фартушина // Изв. Оренбург. гос. аграрного унив., 2014. – № 3. – С. 14-17.
- Лисецкий Ф. Н. Особенности трансформации растительного вещества степных экосистем / Ф. Н. Лисецкий // Фундамент. исслед., 2012. – № 3. – С. 245-249.
- Кравченко Р. В. Растительные остатки и плодородие почв / Р. В. Кравченко, М. Т. Куприченко // Научн. журн. Кубан. гос. аграрного унив., 2012. - № 79 (05). - С. 1-10.
- Аграрна економіка. Базовий рівень – фермер. – К. : Агроосвіта, 2013. – 613 с.
- Сутягин В. П. Биоэнергетический подход к изучению агрофитоценозов / В. П. Сутягин // Агро XXI, 2008. – № 10-12. – С. 10-11.
- Биоэнергетичний потенціал лісостепової і поліської зон України та перспективи його використання : Ред. В. Ладика. – Суми: Унів. книга, 2009. – 304 с.
- Global impacts of European agricultural and biofuel policies / A. B. Prins, M. // Ecology and Society, 2011. – Vol. 16, № 1 – P. 49-68.
- Попова О. Л. Економічний механізм сталого розвитку аграрної сфери / О. Л. Попова. – Автореф. дисерт. доктора економ. наук, 2009. - 45 с.

ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 332.36

ЕКОЛОГІЧНА СТАЛІСТЬ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ЗЕМЕЛЬ

Третяк В. М.¹ Свентух В.Ю.²

1 доктор економічних наук, професор кафедри екології та економіки землекористування Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління Мінприроди України
2 аспірантка*, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Обґрунтовано, що екологічна сталість землекористування як фактор підвищення економічної ефективності використання сільськогосподарського земель має здійснюватися двома методами: територіального планування та по компонентного землевпорядкування. Запропоновані напрями удосконалення інституційного середовища трансформації сталого землекористування. **Ключові слова:** Стале землекористування, інституційне середовище, екологізація землекористування, ефективне використання сільськогосподарських земель.

Обосновано, что экологическая устойчивость землепользования как фактор повышения экономической эффективности использования сельскохозяйственных земель должно осуществляться двумя методами: территориального планирования и по компонентного землеустройства. Предложенные направления совершенствования институциональной среды трансформации устойчивого землепользования. **Ключевые слова:** Устойчивое землепользование, институциональная среда, экологизация землепользования,

Proved that the environmental sustainability of land use as a factor in increasing the economic efficiency of agricultural land should be done in two ways: spatial planning and land management in the component. Directions improving the institutional environment for sustainable land use transformation. **Keywords:** Sustainable land use, institutional environment, greening land, efficient use of agricultural land.

Постановка проблеми

Проблеми ефективного використання сільськогосподарських земель-

них ресурсів сягають своїм корінням далеко в минуле. В Україні, вони стали актуальними в період проведення земельної реформи.. Тому розуміння

характеру досліджуваної проблеми взаємопов'язане з розумінням взаємовідносини суспільства і природи, яке базується на їх діалектичній єдності. Історично склалося так, що прагнення суспільства максимально експлуатувати земельні ресурси з метою отримання більшого прибутку давало короткострокову вигоду на шкоду довгостроковим раціональному використанню землі. Аграрна наука не спиралася в належній мірі на екологічні закони: закон єдності організму і середовища, правила адаптації, правило міри перетворення природного середовища, правило ланцюгових реакцій жорсткого управління природою, закон необхідної різноманітності та ін.

Крім того, законодавчо змінено поняття сталого землекористування.

* *Науковий керівник Третяк В.М. - професор, доктор економічних наук*
Зокрема, Законом України «Про землеустрій» із змінами від 02.06 2015 р. (стаття 1) визначено, що стале землекористування - це використання земель, що визначається тривалим користуванням земельною ділянкою без зміни її цільового призначення, погіршення її якісних характеристик та забезпечує оптимальні параметри екологічних і соціально-економічних функцій територій [1]. До 02.06 2015 р. в законі було таке визначення: **стале землекористування – це форма та відповідні до неї методи використання земель, що забезпечують оптимальні параметри екологічних і соціально-економічних функцій територій.** Отже, постає питання яке визначення є більш науково обґрунтованим і відповідає сутності сталого (збалансованого) розвитку та підвищенню економічної ефективності сіль-

ськогосподарського землекористування.

Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій

Питання, пов'язані із сталим землекористуванням та підвищенням економічної ефективності сільськогосподарського землекористування були об'єктом дослідження багатьох сучасних науковців. Ці аспекти досліджували у своїх роботах В. Будзяк, І. Бистряков, В. Горлачук, О. Гуторов, Г. Гуцуляк, Д. Добряк, В. Другак, О. Дорош, Л. Купінець, А. Мартин, А. Москаленко, Л. Новаковський, А. Третяк, М. Федоров, М. Хвесик та інші, однак вирішення даного питання залишається актуальним і на далі.

Метою дослідження є обґрунтування інституційних засад екологічної стабільності землекористування як фактору підвищення економічної ефективності використання сільськогосподарського земель.

Виклад основного матеріалу дослідження

Територія України характеризується надзвичайно високим показником сільськогосподарської освоєності (70,8%), що значно перевищує екологічно обґрунтовані межі. Крім того, в країні склався надзвичайно високий рівень освоєння життєвого простору: до господарського використання залучено біля 65 % її території, де тільки 21,2 млн. га (35,2 %) еколого стабілізуючих угідь [2]. Розподіл земельних ресурсів за господарським їх використанням не має достатньої економічної та екологічної обґрунтованості. Зокрема, структура землекористування і екологічна незбалансованість земель-

ного фонду в 2013 році суттєво не змінилася. Так, оцінка екологічної стабільності землекористування в межах регіонів України шляхом розрахунку коефіцієнта екологічної стабільності свідчить, що екологічна стабільність землекористування на території України залишається належити до стабільно нестійкої (К.ек.ст. 0,41). Вона за період (2006–2013 рр.) в цілому по Україні не змінилася. Одночасно в 6-ти областях України (Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Миколаївська, Одеська) землекористування відноситься до нестабільного.

Наявний високий ступінь антропогенного навантаження на земельні ресурси: (5 балів) мають забудовані землі, промисловості, транспорту; значний ступінь (4 бали) мають – рілля, багаторічні насадження; середній ступінь антропогенного навантаження (3 бали) мають природні кормові угіддя (сінокоси, пасовища), залужені балки; незначний (2 бали) – лісосмуги, чагарники, ліси, болота, під водою; низький ступінь (1 бал) – мають мікрозаповідники. Так в цілому по країні антропогенне навантаження складає більше 3,24 бали і характеризується значним ступенем. Таким чином, Україна, на жаль, не задовольняє еколого-економічні вимоги щодо загального стану. Екологічний стан землекористування в країні наблизився до небезпечної межі, за якою можуть настати непоправні екологічні процеси.

Сутність і причини екологічних суперечностей у системі сільськогосподарського землекористування пов'язані із необдуманими його змінами в процесі земельної реформи. Сучасне використання земельних ресурсів - це

складне комплексне завдання, яка містить багато підсистем. У зв'язку з цим у процесі сільськогосподарського виробництва необхідно враховувати ступінь впливу людської діяльності на навколишнє середовище і в кожному конкретному випадку суворо дотримувати вимог екологічної рівноваги для забезпечення сталого розвитку сільських територій у подальшому.

У широкому сенсі сталий розвиток трактується як процес, що означає новий тип функціонування цивілізації, заснований на радикальних змінах її історично сформованих параметрів (економічних, соціальних, екологічних). У цьому зв'язку економічний аспект сталого розвитку полягає в тому, що виробничо-господарська діяльність цивілізації повинна бути орієнтована не на підвищення споживання природно-ресурсного потенціалу біосфери, в тому числі земельного, а на його раціоналізацію. Соціальний аспект передбачає перехід суспільства на демократичні принципи управління, поєднання ринкової економіки і соціальних функцій держави. Екологічний аспект враховує, насамперед, вплив людини на природу, оскільки і прогрес людства пов'язаний з використанням природи для своїх потреб, а не навпаки. В умовах ринкової економіки найчастіше спостерігається споживче відношення землекористувачів до землі, тому недооцінка екологічних факторів при її використанні неприпустима, особливо в умовах становлення земельного ринку.

Таким чином, стає землекористування не можна трактувати як використання земель, що визначається тривалим користуванням земельною ділянкою без зміни її цільового призначення. Адже, тривалий час вже сільськогосподарське землекористування в Україні є не збала-

нсованим [2, 3], а часто і не ефективним [4-7]. Також під *раціональним використанням землі*, у сучасних умовах розвитку земельних відносин в Україні нами розуміється, найбільш ефективно, з точки зору задоволення потреб суспільства, варіант її цільового та функціонального використання, організований, у свою чергу, найбільш ефективним для конкретних умов простору і часу способом відповідно з об'єктивно існуючими принципами взаємодії суспільства і природи [8]. Таким чином, цільове призначення земель є змінним в просторі і часі залежно від ефективності їх використання.

Одночасно, потрібно враховувати, що наявна нормативна база недостатньо враховує забезпечення екологічної безпеки при використанні і охороні земель. Все це вимагає посилення уваги держави до екологічних проблем землекористування. В щорічній Національній доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні постійно констатують перевищення екологічно допустимих меж у використанні сільськогосподарських угідь, що призводять до посилення процесів деградації, зниження здатності природних комплексів до саморегуляції їх продуктивності. Визначаючи специфіку використання земельного-ресурсного потенціалу в сучасних ринкових умовах, необхідно враховувати, що саме особливості землі як унікального природного ресурсу об'єктивно вимагають при будь-якому соціально-економічному устрої активного і різноманітного втручання органів державного управління у відносини з приводу розподілу, перерозподілу, використання та відновлення земельних ресурсів.

В аграрній сфері процеси екологізації землекористування йдуть досить повільними темпами. Посилюється

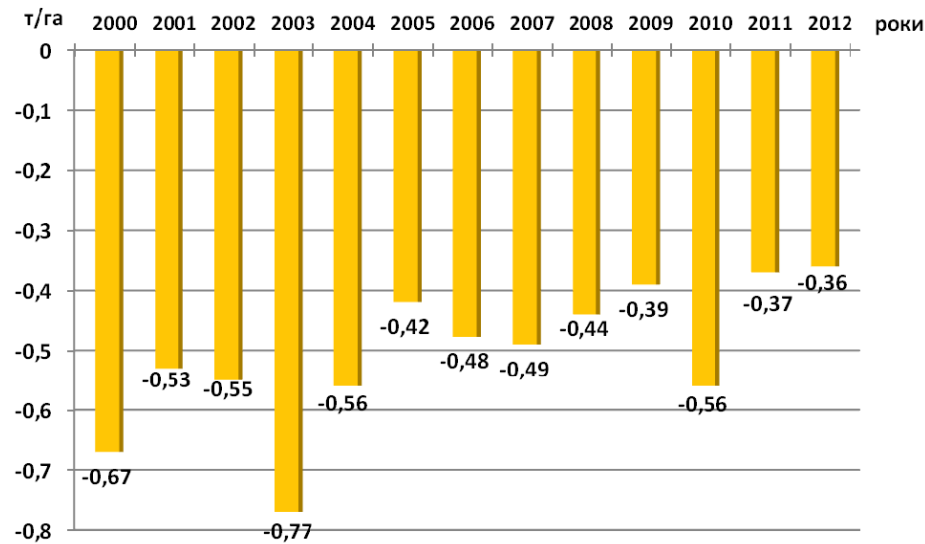
деградація земель. Так, за результатами агрохімічної паспортизації сільськогосподарських земель протягом 1986-2010 рр. [2] вміст гумусу в ґрунтах зменшився на 0,22 %. Якщо врахувати, що для збільшення його вмісту на 0,04 % потрібно 10 років за умов виведення ділянки з використання, то ці втрати потрібно буде компенсувати протягом багатьох десятиріч. Однією з основних причин такого стану є значне 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. Також відбувається збіднення ґрунтів на вміст таких важливих поживних речовин для формування врожаю як рухомий фосфор і калій. Середньозважений вміст рухомого фосфору протягом 20 років знизився на 9 мг/кг ґрунту і калію – 8,6 мг/кг ґрунту.

Про зниження родючості ґрунтів також свідчить від'ємний баланс гумусу і поживних речовин (діагр.). Протягом останніх 10 років баланс гумусу був гостродефіцитним, його втрати становили в межах -0,4 - -0,8 тонн з гектара. У період інтенсивної хімізації (1976-1990 рр.) баланс поживних речовин був у середньому на 20-30 кг/га більше рівноважного стану. З початку 90-х років щорічно фіксується від'ємне сальдо балансу всіх елементів живлення.

У зв'язку з цим формування земельних відносин, заснованих на введенні приватної власності на землю, при збереженні споживчого відношення до її використання викликає необхідність посилення державного контролю в цій галузі. Останнім часом, використовуючи специфіку реалізації на різних територіях принципів стало-

го еколого-економічного розвитку і пов'язану з ними трансформацію земельних відносин, багато авторів нерідко обмежуються простим перерахуванням землеохоронних заходів. Але докорінні зміни в земельних відносинах обумовлюють необхідністю наукового забезпечення стратегії і тактики розвитку екологізації землекористування, у зв'язку з чим особливе значення мають розробки концептуальних аспектів проблеми і конкретних

напрямів її вирішення. Явне відставання методологічних розробок даної проблеми від потреб практики негативно позначається на всьому процесі перетворення земельних відносин та сталого (збалансованого) використання земельних ресурсів, стану їх законодавчої бази. Екологізація земельних відносин вимагає, в першу чергу, екологізації інституційної перебудови сформованої системи сільськогосподарського землекористування [9, 10].



Діаграма. Баланс втрати гумусу в ґрунтах України (за даними ДУ «Держґрунтохорона») [2].

При формуванні цілей сталого (збалансованого) розвитку сільськогосподарського землекористування слід виходити з необхідності поєднання екологічних вимог з економічними інтересами. Іншими словами, мета заключається в нарощуванні обсягів сільськогосподарської продукції при одночасному збереженні та покращенні навколишнього середовища. Тому, перш ніж перейти до основ, що формує стале (збалансоване) використан-

ня земельних ресурсів, необхідно дати кінцево визначення цьому терміну. Більш прийнятне визначення, яке нами підтримується [11] є визначене в законі України «Про землеустрій» (редакція 2003 р. до 02.06. 2015 р.). Дане визначення дозволяє концептуально визначити шляхи переходу до сталого використання земельних ресурсів в Україні [11].

Для формування механізму сталого використання земельних ресурсів ду-

же важливим є процес збільшення (розширення) земель із природоохоронним статусом за рахунок формування структурних елементів екологічної мережі України. У цьому плані співзвучна проблематика питання концепція екологічного каркасу [12] під яким розуміється «введення певної системи землекористування, яке має особливий статус». Відповідно до цієї концепції таке землекористування повинно знаходитися в регламентованих і ощадних видах використання земельних та інших природних ресурсів, причому для кожної ділянки повинен бути визначений свій окремий режим використання, виходячи з його ролі в підтримці екологічної стабільності як навколишньої місцевості, так і всієї території сільської ради чи району. Забезпечення екологічної стійкості землекористування може бути:

- **територіальним** - збереження природних екосистем на частині території з таким розрахунком, щоб спеціально виділені ділянки підтримували раніше існуючий або заданий баланс між середовищем утворюючими компонентами за допомогою системи природних або особливо охоронних територій, мережі лісових ділянок і т.д;

- **покомпонентним** - збільшення або зменшення площі угідь окремого виду (наприклад, лісосмуг, природних кормових угідь) для забезпечення рівноваги ландшафту.

Тактичні підходи до вирішення проблем екологізації використання земельних ресурсів є і в світовій практиці. Досить привести приклади жорсткого регулювання земельних відносин в аграрній сфері США, Нідерландів, Великобританії, Західної Європи. У цих країнах тривалий час застосовуються законодавчо закріплені еко-

номічні механізми екологізації землекористування:

- механізм «зустрічних угод», взаємних поступок фермера і держави;
- економічне стимулювання землекористувачів до добровільного застосування тих чи інших способів використання земель, правильних з точки зору суспільних інтересів;
- планування використання земельних ресурсів з виділенням «економічно чутливих районів»;
- розробка та впровадження комплексних програм, що повною мірою враховують сільськогосподарський та екологічний аспекти використання землі;
- обмеження в термінах проведення сільськогосподарських робіт, на використання певної агротехніки, які фіксуються у відповідних документах і обмовляються з власником землі при вступі його в право власності [13, 14].

Таким чином, важливою умовою забезпечення справді екологічного сільськогосподарського землекористування повинно бути формування нового суспільства, яке чітко буде усвідомлювати економічні цілі з урахуванням екологічних обмежень. Необхідно виділити два типи початкових заходів, спрямованих на ці зміни:

✚ заборони на дії, здійснення яких визначається економічною необхідністю, але не сумісно з екологічними цілями;

✚ скорочення негативного впливу на земельні та інші природні ресурси не безпосередньо, чи опосередковано шляхом зниження питомого споживання продукції (за ступенем значущості в їх складі можуть бути виділені заходи, що передбачають структурну перебудову методів вико-

ристання землі, реструктуризацію структури посівів та сівозмін, доповнення базових технологій новими ланками, що дозволяють зменшити деградацію земель).

Реалізація цих заходів неможлива без зміни інституційного середовища земельних відносин, що підтримують екологічний розвиток (законодавчо-нормативна база, державні та галузеві стандарти, землеустрій та земельний кадастр, державне адміністрування землекористування та моніторинг його, стимулювання та оподаткування, сертифікація тощо) і працюють на базі автоматизованих систем екологічної інформації. Стратегія трансформації сучасного сталого (збалансованого) землекористування повинна враховувати:

- обмеженість земельних ресурсів сільськогосподарського призначення;
- триваючу тенденцію деградації сільськогосподарських угідь та оцінку цих процесів як майбутню загрозу продовольчій та екологічній безпеці країни;
- регулювання земельних відносин та адміністрування використання земельних ресурсів за допомогою нормативно-правових актів, регламентів, виходячи із вимог територіальних обмежень (обтяжень) у використанні земельних та інших природних ресурсів і рівня їх деградованості;
- необхідність розробки нормативно-правових документів для виконавчих органів різних рівнів та місцевого самоврядування.

Висновки.

1. Науково обґрунтованим і таким, що відповідає сутності екологічної

стабільності та підвищенню економічної ефективності сільськогосподарського землекористування є визначення сталого землекористування як форми та відповідні до них методи використання земель, що забезпечують оптимальні параметри екологічних і соціально-економічних функцій територій та ландшафтів. Забезпечення екологічної стабільності землекористування має здійснюватися двома методами: **територіального планування** щодо збереження природних екосистем на частині території з таким розрахунком, щоб спеціально виділені ділянки підтримували раніше існуючий або заданий баланс між середовищем утворюючими компонентами за допомогою системи природних або особливо охоронних територій, мережі лісових ділянок і т.д та **по компонентного землепорядкування** щодо збільшення або зменшення площі угідь окремого виду (зокрема, лісозем, природних кормових угідь тощо) для забезпечення рівноваги ландшафту.

3. Інституційне середовище трансформації сучасного стану екологічної стабільності землекористування повинна враховувати: обмеженість земельних ресурсів сільськогосподарського призначення; триваючу тенденцію деградації сільськогосподарських угідь та оцінку цих процесів як майбутню загрозу продовольчій та екологічній безпеці країни; регулювання земельних відносин та адміністрування використання земельних ресурсів за допомогою нормативно-правових актів, регламентів, виходячи із вимог територіальних обмежень (обтяжень) у використанні земельних та інших природних ресурсів і рівня їх деградованості; необхідність розробки нормати-

вно-правових документів для виконавчих органів різних рівнів та місцевого самоврядування.

Список літератури

- 1 Закон України «Про землеустрій» № 858-IV від 22 травня 2003 року [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2003. – № 36. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/858-15>.
- 2 Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2013 році. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФООП Грінв Д.С. – 2015. – 324 с.
- 3 Третяк М.А. Екологічні проблеми управління земельними ресурсами та землекористування в процесі здійснення земельної реформи в Україні. / М.А. Третяк, Р.А. Третяк, Н.А. Третяк // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2015. – № 2-3. – С. 13-19.
- 4 Третяк А.М., Другак В.М. Концепція розвитку сільськогосподарського землекористування сільських територій. Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. № 1-2, 2014. с.133-142.
- 5 Третяк А. М. Стратегічні напрями розвитку земельних відносин в Україні на 2015–2025 рр. / А. М. Третяк // Землепорядний вісник. – 2014. – № 12. – С. 18–22.
- 6 Третяк А. М. Проблеми формування інституціонального середовища ринку пайових земельних ділянок та роль землеустрою у їх вирішенні / А. М. Третяк, В. М. Третяк // Землепорядний вісник. – 2015. – № 6. – С. 28–32.
- 7 Москаленко А. М. Теоретичні та методологічні засади ефективного використання сільськогосподарських земель Полісся України: монографія / А. М. Москаленко. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М., 2015. – 335 с.
- 8 Третяк А.М. Поняття, сутність та зміст раціонального використання землі: теорія, методологія і практика. / А. М. Третяк, В.М.Третяк // Землепорядний вісник. – 2015. – № 6. – С. 18–22.
- 9 Третяк А. М. Законодавчо-нормативні проблеми екологічних відносин прав власності та прав користування землею в Україні / А. М. Третяк, В. М. Другак // Земельне право України, 2010. – № 6. – С. 10 – 21.
- 10 Третяк А. М. Земельні економічні відносини прав власності та користування землею в Україні: законодавчо-нормативні проблеми їх регулювання // Продуктивні сили і регіональна економіка: зб.наук.пр.: у 2-х ч. Ч. 2 / РВПС України НАН України / А. М. Третяк, В. М. Другак. – К.: РВПС України НАН України, 2009. – 262 с. – С. 13 – 20.
- 11 Другак В.М. Економіка сільськогосподарського землекористування: теорія, методологія та практика. Дис. на здоб. наук. ст. д.е.н. К.: 2011. 461 с.
- 12 Третяк А.М. Екологічна мережа України в контексті формування природоохоронного землекористування: стан та проблеми / А.М. Третяк // Екологічна мережа України в контексті формування природоохоронного землекористування: стан та проблеми : мат. кругл. столу, 20 березня 2015 року. – К.: МВЦ «Медінформ», 2015. – С. 5-27.
- 13 Соломкина, Л. Г. Эколого-экономические аспекты современного землепользования: монография / Л. Г. Соломкина, А. С. Чешев. - Ростов н/Д.: СКНЦ ВШ, 2004. - 288 с.
- 14 Долматова, Л. Г. Социо-эколого-экономические аспекты территориального планирования использования и охраны земельных ресурсов: монография / Л. Г. Долматова. - Ростов н/Д.: СКНЦ ВШ ЮФУ, 2012. - 260 с.

УДК 598.2: 591.543.4

ДАНІ ЩОДО РОЗМІЩЕННЯ ТА ЧИСЕЛЬНОСТІ ДЕЯКИХ ВИДІВ ЗИМУЮЧИХ ПТАХІВ У ПІВДЕННІЙ ТА ПІВДЕННО-ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНАХ КРИМУ У ЛЮТОМУ 2014 Р.

Чован О.О.¹, Давиденко І.В.¹, Серебряков В.В.¹,
Яненко В.О.¹, Прокопенко С.П.²

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
вул.Володимирська, 64, Київ, 01601

² Українське товариство охорони птахів а/с 33, м. Київ, 01103

Досліджено території Кримського півострова у контексті виявлення місць зимівель деяких (переважно рідкісних та малочисельних) видів птахів та встановлення найпривабливіших для них ділянок під час зимових похолодань. Матеріал для публікації був зібраний у період 04-08.02.2014 р. переважно у південній та південно-західній частинах Кримського півострова. У ході експедиції загалом виявлено 81 вид птахів, серед яких 14 видів занесені до Червоної книги України. Виявлено ряд видів птахів, які є рідкісними у вказаних частинах півострова й найчастіше переміщуються туди лише під час значних понижень температури – баклан малий (*Phalacrocorax rugosus*), казарка червоноголова (*Rufibrenta ruficollis*), огар (*Tadorna ferruginea*), чернь морська (*Aythya marila*), гоголь (*Bucephala clangula*), крех малий (*Mergus albellus*), канюк степовий (*Buteo rufinus*) та слуква (*Scolopax rusticola*). Встановлено, що найважливіше значення для зимуючих птахів у Криму мають прибережні морські акваторії та деякі внутрішні водойми, а також деревно-чагарникові зарості, відкриті агроценози та населені пункти, що скоріш за все пов'язано з достатньо багатомановою базою в цих місцях. **Ключові слова:** Крим, орнітофауна, зимівля.

Исследована территория Крымского полуострова в контексте выявления мест зимовок где-либо (преимущественно редких и малочисленных) видов птиц и установления наиболее привлекательных для них участков во время зимних похолоданий. Материал для публикации был собран в период 04-08.02.2014 г. Преимущественно в южной и юго-западной частях Крымского полуострова. В ходе экспедиции в целом выявлено 81 вид птиц, среди которых 14 видов занесены в Красную книгу Украины. Выявлен ряд видов птиц, которые являются редкими в указанных частях полуострова и чаще перемещаются туда только при значительных понижениях температуры - малый баклан (*Phalacrocorax rugosus*), краснозобая казарка (*Rufibrenta ruficollis*), огарь (*Tadorna ferruginea*), морская чернеть (*Aythya marila*), гоголь (*Bucephala clangula*), луток (*Mergus albellus*), курганник (*Buteo rufinus*) и слуква (*Scolopax rusticola*). Установлено, что важнейшее значение для зимующих птиц в Крыму имеют прибрежные морские акватории и некоторые внутренние водоемы, а также древесно-кустарниковые заросли, открытые агроценозы и населенные пункты, скорее всего связано с достаточно богатой кормовой базой в этих местах. **Ключевые слова:** Крым, орнитофауна, зимовка.

Investigated the Crimean peninsula in the context of identifying places where wintering kind (mainly of small and rare) species of birds and installation naupryvably-vishyh for parcels during winter cold spells. Material for the publication was collected in the period 04-08.02.2014 g. Main-

ly in the southern and southwestern parts of the Crimean peninsula. During the whole expedition discovered 81 species of birds, including 14 species listed in the Red Book of Ukraine. Found several species of birds that are rare in these parts of the peninsula and often move back only when significant low temperature - pygmy cormorant (*Phalacrocorax pygmaeus*), red-breasted goose (*Rufibrenta ruficollis*), Ogar (*Tadorna ferruginea*), greater scaup (*Aythya marila*), golden-eye (*Bucephala clangula*), smew (*Mergus albellus*), long-legged buzzard (*Buteo rufinus*) and slukva (*Scolopax rusticola*). Established that essential for wintering birds in the Crimea with coastal marine areas and some inland waters and trees and scrub, open agroecosis and towns, which likely is due to the rather rich feeding grounds in these places. **Keywords:** Crimea, avifauna, winter.

Вступ

Кримський півострів має важливе значення для зимуючих видів птахів. Це територія, що омивається двома морями (Чорним та Азовським) і має унікальні природні ресурси, які дозволяють багатьом видам птахів виживати у несприятливих зимових умовах. Півострів розташований на крайній південній межі України, що обумовлює його достатньо м'які погодні-кліматичні умови. У порівнянні з іншими регіонами України, у Криму зимує значно більша кількість птахів, в основному гідрофільної групи. Крім цього, щороку на полях півострова можна також зустріти тисячі зграї зерноїдних та всеїдних птахів, що зумовлено відсутністю стійкого та тривалого снігового покриву. М'які зими та багата кормова база дозволяють виживати тут мишовидним гризунам та дрібним горобиним птахам, що створює передумови для зимівель хижих птахів. Гірські райони завдяки своїм кормовим та захисним ресурсам (наявності букових горішків у лісах, незамерзаючим водотокам, тощо) дають змогу зимувати специфічним гірським видам. Цей регіон має одне з найважливіших значень в Україні як цінне місце зимівель багатьох рідкісних видів птахів. Особливого значення Кримський півострів набуває також і у перед- та міграційні періоди. У цей час більшість птахів (серед яких і значна кількість раритетних) готуються до

міграції і кочівель та активно накопичують тут жирові запаси. Хоча в орнітологічному відношенні півострів був досить добре вивчений протягом останніх майже 200 років [1-17], однак в останні десятиріччя дана територія знає значного господарського та рекреаційно-курортного впливу [11]. Особливої уваги дослідників у даному ракурсі потребують раритетні та малочисельні представники орнітофауни. Для здійснення більш ефективної охорони орнітофауни виникає необхідність моніторингу території Криму для виявлення певних зимуючих видів та місць їхнього перебування. Метою нашої роботи було дослідження південної та південно-західної частин території Кримського півострова у контексті виявлення місць зимівлі деяких (переважно рідкісних і малочисельних) видів птахів, та встановлення найпривабливіших для них ділянок, особливо під час екстремальних зимових похолодань.

1. Матеріали та методи

Матеріал для публікації був зібраний у період 04-08.02.2014 р. у південній та південно-західній частинах Кримського півострова у рамках Міжнародного проекту «Population of woodpigeon (*Columba palumbus* L.) in Ukraine (numbers, breeding success, wintering grounds)» за сприяння організації Federación de Caza de Euskadi (Іспанія). Незважаючи на той

факт, що експедиційні виїзди проводилися у рамках виявлення зимових скупчень популяцій припутня (*Columba palumbus* L.) на території Криму, нами паралельно був зібраний оригінальний матеріал, який містить інформацію про якісний та кількісний характер (переважно раритетної та малочисельної складової) зимової фауни птахів Кримського півострова і доповнює дані попередніх обліків інших авторів на даній території. Переміщення здійснювалися на автомобільному транспорті, весь маршрут склав близько 1000 км. Основні міста, біля яких проводилися обліки були: Судак, Балаклава, Сімферополь, Ялта, Саки, Євпаторія, Бахчисарай, Інкерман, Севастополь, Алушта (детальний маршрут експедиції показаний на Рис. 1).



Рис. 1. Маршрут експедиції.

2. Результати та обговорення

Всього під час експедиції було зареєстровано 81 вид птахів. Біотопічний розподіл облікованих птахів показано на Рис. 2. Домінантними видами протягом експедиції були крижень (*Anas platyrhynchos*), попелюх (*Aythya ferina*), лиска (*Fulica atra*), мартини – водно-болотні біотопи, просняк

Значна увага приділялася гідрофільним птахам, тому найдовша ділянка маршрутів обліків проходила по морському узбережжю. Були обстежені також деякі внутрішні водойми, агроценози, лісові масиви, лісосмуги та гірські ділянки. Підрахунок та візуальна ідентифікація птахів проводилися за допомогою біноклів зі збільшенням 8-10X, зорової труби 20X та фототехніки. Слід зауважити, що перед початком експедиції у період 30.01-04.02.2014 р. на території Криму було похолодання від -7 до -15 °C та опади у вигляді снігу, після яких утворилася ожеледиця. Тому нам певною мірою вдалося дослідити вплив екстремальних погодних змін на склад зимуючих популяцій птахів.

(*Emberiza calandra*), вівсянка звичайна (*Emberiza citrinella*), жайворонок польовий (*Alauda arvensis*), шпак звичайний (*Sturnus vulgaris*) – відкриті агроландшафти та населені пункти.

Найбільш цікаві дані, що були зібрані стосовно зимуючої складової орнітофауни під час експедиції (серед яких більшість птахів відноситься до рідкісних та малочисельних) наво-

дяться нижче. До рідкісних та малочисельних представників птахів ми відносили види, які занесені до Червоної

книги України [18], або які є регіонально рідкісними у різних областях України [19].

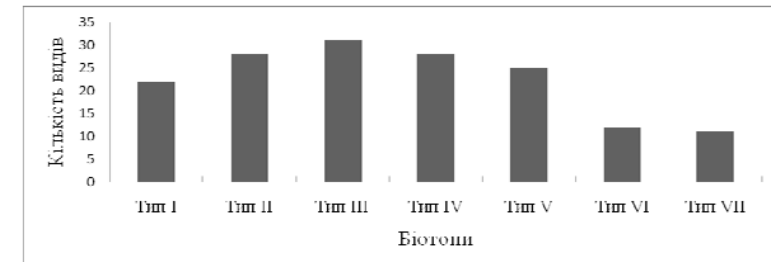


Рис. 2. Біотопічний розподіл зимуючих видів птахів, відмічених у лютому 2014 р. у Криму. Примітки: Тип I – внутрішні водойми; Тип II – прибережні акваторії моря; Тип III – відкриті агроценози; Тип IV – лісосмуги та деревно-чагарникові зарості; Тип V – населені пункти; Тип VI – прибережні ділянки; Тип VII – гірська місцевість.

Гагара чорношия (*Gavia arctica* Linnaeus, 1758). Звичайний небагаточисельний зимуючий вид у Криму [6, 12, 14]. Про зимівлі цього виду у кількості 10-15 особин вказується у природному заповіднику «Мис Мартьян» [10]. У 2005 р. у західній частині півострова його було зареєстровано лише в околицях м. Саки, – 2 особини [15]. У цьому ж році під час середньозимових обліків водоплавних птахів на Південному узбережжі Криму було зареєстровано 32 особини чорношиїх гагар, у

2007 р. – 43, у 2008 р. – 13, а у 2009 р. під час обліків на західному узбережжі півострова взагалі не було виявлено жодної особини [20]. Ми відмітили 12 особин цього виду (Рис. 3). Всі зустрічі відбулися на морському узбережжі – 06.02 в околицях смт. Новий Світ Судацької міськради спостерігали одну особину; 07.02 – 4 особини біля набережної м. Судак, ще 7 особин, – вздовж узбережжя моря у межах с. Морське Судацької міськради.



Рис. 3. Зустрічі гагари чорношиїї у лютому 2014 р. у Криму.

Пірникоза чорношия (*Podiceps nigricollis* C.L. Brehm, 1831). Гніздовий, мігруючий та зимуючий вид Криму; загалом звичайний, іноді численний представник орнітофауни [6, 12, 14, 20]. У лютому 2014 нами відмічена лише одна особина 05.02 у бухті біля набережної м. Балаклава.

Баклан чубатий (*Phalacrocorax aristotelis* Linnaeus, 1761). Занесений до Червоної книги України [18]. Восени та взимку – досить звичайний вид у Криму [2, 3, 12]. Так, у 2005 р. під час середньозимових обліків водоплавних птахів на Південному узбережжі Криму було зареєстровано 45 особин даного виду, у 2007 р. – 111 особин та у 2008 р. – 43 особини [12]. Ми спостерігали цих птахів декілька разів вздовж лінії узбережжя Чорного моря – 06.02 в околицях с. Морське Судацької міськради 1 особина, 07.02 біля набережної м. Судак – 2 особини, і біля набережної м. Ялта відмітили

скупчення у 20 особин чубатого баклана.

Баклан малий (*Phalacrocorax pygmaeus* Pallas, 1773). Занесений до Червоної книги України [18]. Під час зимівлі на території півострова є рідкісним видом. У цей час зустрічається переважно на внутрішніх водоймах, рідко на узбережжі [10-12]. Хоча, у 2005 р. та 2007-2008 рр. під час середньозимових обліків на Південному узбережжі півострова жодної особини не було виявлено, у 2009 р. на західному узбережжі Криму було обліковано 24 особини малого баклана [20]. Також, у 2005 р. у Західному Криму задокументовано 6 зустрічей на озері Донузлав [15]. Ми реєстрували його лише 04.02 теж у західній частині півострова на ділянці узбережжя Чорного моря між містами Саки та Євпаторія (1 особина) та на оз. Кизил-Яр в околицях с. Іванівка Сакського району (4 особини).



Рис. 4. Зустрічі баклана чубатого у лютому 2014 р. у Криму.

Казарка червоновола (*Rufibrenta ruficollis* Pallas, 1769). Занесений до Червоної книги України вид [18]. До 1975 р. був рідкісним пролітним видом, пізніше червоновола казарка почала зустрічатися в Криму як регулярно пролітний вид [6]. На півдні Кримського півострова – рідкісний зимуючий вид [12, 14]. У 2008 р. було обліковано 52 особини на півночі Керченського півострова [20]. У лютому 2014 р. ми спостерігали цих птахів на полях озимини на заході Криму – 04.02 в околицях села Охотнікове Сакського району (близько 50 особин), і 2 особини 08.02 біля с. Миколаївка Сімферопольського району.

Лебідь-шипун (*Cygnus olor* Gmelin, 1789). До початку 80-х рр. ХХ ст. у Криму був рідкісним зимуючим видом. Під час обліків біля південних берегів півострова (Алушта – м. Айя) у 1976-1980 рр. лебеді не реєструвалися. Не відмічалися вони й у 70-х рр. минулого століття в бухтах Севастополя [12]. Однак вже через кілька десятиліть спостерігається тенденція до збільшення чисельності зимуючих лебедів, що стали зимувати у районі природного заповідника «Мис Март'яна» [10]. У 2005-2006 рр. на зимівлі у західній частині Криму спостерігали близько 500 особин лебедя-шипуну [15]. За літературними даними, у південній його частині відмічаються скупчення сотень птахів під час замерзання водойм на півночі півострова [14]. У 2005 р. під час середньозимових обліків на Південному узбережжі реєструвалося лише 16 особин лебедя-шипуну, у 2007 р. взагалі не відмічалася жодної особини, проте, у 2008 р. зареєстровано 319 особин, а у 2009 р. на західному узбережжі було відмічено 356 особин цього виду [20]. Ми

реєстрували лебедів як на морському узбережжі, так і на внутрішніх водоймах. Найбільше скупчення птахів відмічено 04.02 на узбережжі між Євпаторією і Саками, яке складалося з 90 особин (40 juv, 50 ad). У цей же день на оз. Кизил-Яр в околицях с. Іванівка Сакського району нами було відмічено 6 особин цього виду (5 juv, 1 ad); неподалик на полі годувалося і відпочивало ще 25 особин (8 juv і 17 ad). Пізніше, 06.02 вздовж морського узбережжя на відрізку між с. Привітне Алуштинської міськради та с. Морське Судацької міськради зареєстровано 9 особин (7 juv і 2 ad), в бухті м. Судак 16 особин (8 juv і 8 ad) та вздовж набережної цього міста ще 18 особин лебедя-шипуну (8 juv і 10 ad).

Огар (*Tadorna ferruginea* Pallas, 1764). Занесений до Червоної книги України [18]. Рідко зимуючий у Криму вид, на території Південного Берегу Криму зимує при значних похолоданнях [12, 14]. В Опуцькому природному заповіднику зимуюча пара відмічена 26.02.2005 р. [5]. Ми спостерігали 12 особин цього виду 08.02 у багатотисячній зграї інших гусеподібних на полі біля морського узбережжя південніше с. Миколаївка Сімферопольського району.

Галагаз (*Tadorna tadorna* Linnaeus, 1758). У південній частині Криму нечисельний зимуючий вид. На південному березі півострова були відомі лише одиничні випадки зимівель біля Севастополя та Алушти під час похолодань [6, 12, 16]. Під час середньозимових обліків у 2005 р. було зареєстровано 26 особин цього виду на півдні Керченського півострова, у 2007 р. там же відмічали 81 особину, у 2008 р. галагаз не реєструвався, у 2009 р. на західному узбережжі Криму відмічено

405 особин даного виду [20]. Нами було зареєстровано скупчення галагавів у кількості 30 особин 04.02 на не-

замерзлих ділянках оз. Сакське біля морського узбережжя між містами Євпаторія та Саки.



Рис. 5. Зустрічі лебедя-шитуна у лютому 2014 р. у Криму.

Чернь червонодзьоба (*Netta rufina* Pallas, 1773). Занесена до Червоної книги України [18]. У південній частині Криму вперше була зареєстрована на зимівлі у 1978 році, загалом малочисельний вид [12]. Ще у 80-х рр. ХХ ст. у природному заповіднику «Мис Март'янь» цей птах відмічався як дуже рідкісний зимуючий вид [10]. У районі м. Саки 18.01.2005 р. спостерігали 5 особин, а на озері Донузлав 11.03.2005 р. – ще 48 особин [15]. Під час середньозимових обліків на території Кримського півострова у 2007 р. даний вид не реєстрували взагалі, у 2008 р. було відмічено 36 особин на Південному узбережжі Криму, а у 2009 р. на західному узбережжі відмітили тільки 4 особини червонодзьобої черні [20]. Ми зустріли лише одну особину цього

виду 07.02 на морській акваторії біля набережної м. Ялта – самець тримався разом з крижнями, попелюхами та іншими водоплавними птахами біля причалу.

Чернь морська (*Aythya marila* Linnaeus, 1761). На півдні півострова, – нечисельний зимуючий вид [6, 12, 14]. Ми відмічали морську чернь двічі: 05.02 на схід від м. Балаклава на водоймі неподалік від с. Чорноріччя під г. Гасфорта, – 1 особину разом з іншими гусеподібними, та 06.02 – біля набережної м. Судак (3 особини).

Гоголь (*Vulpes clangula* Linnaeus, 1758). Занесений до Червоної книги України [18]. Зимуючий вид у Криму; зокрема, на півдні півострова буває не щороку, а лише у холодні зими [6, 12, 14, 16]. У 2008 р. на Південному

узбережжі Криму на зимівлі було зареєстровано 6 особин даного виду, а у 2009 р. на західному узбережжі півострова відмічено 2 особини [20]. Ми реєстрували декілька зустрічей з цими птахами – 05.02 на схід від м. Балаклава на водоймі біля с. Чорноріччя під г. Гасфорта 1 особина, та 06.02 в бухті м. Судак спостерігали скупчення гоголів чисельністю 15 особин.

Крех малий (*Mergus albellus* Linnaeus, 1758). У Криму це рідкісний зимуючий вид [6, 4, 12]. На Південному узбережжі Криму під час середньозимових обліків у 2005 р. та 2007-2008 рр. було відмічено лише 16 особин малого креха у 2008 р. [20]. Нами було зареєстровано групу птахів у кількості 10 особин 04.02 на незамерзаючих ділянках морського узбережжя між містами Саки та Євпаторія.

Крех середній (*Mergus serrator* Linnaeus, 1758). Занесений до Червоної книги України [18]. Досить звичайний зимуючий вид водойм Крим-

ського півострова [11,12]. Проте, на Південному узбережжі Криму під час середньозимових обліків тільки 1 представника даного виду реєстрували у 2007 р., 10 особин – у 2008 р. та на водоймах Гірського Криму 2 особини відмітили у 2009 р. [20]. Ми спостерігали цього птаха лише одного разу, – 05.02 на водоймі неподалік с. Чорноріччя під г. Гасфорта (Балаклавський р-н Севастопольської міськради) разом із іншими гусеподібними плавала одна особина.

Лунь польовий (*Circus cyaneus* Linnaeus, 1766). Занесений до Червоної книги України [18]. На зимівлі є досить звичайним видом [12, 14]. Ми реєстрували декілька зустрічей цього виду: 04.02 в околицях с. Охотнікове Сакського району – 4 особини (1 ♂ та 3 ♀), біля с. Іванівка Сакського району – 1 особина (♀), 05.02 в околицях аеропорту «Бельбек» біля м. Севастополя – 1 особина (♂), та 08.02 в околицях с. Миколаївка Сімферопольського району ще 2 особини (♂ та ♀).



Рис. 6. Зустрічі польового луна у лютому 2014 р. у Криму.

Канюк степовий (*Buteo rufinus* Cretzschmar, 1827). Занесений до Червоної книги України [18]. Раніше на зимівлі був рідкісним видом. Потім внаслідок розселення (з кінця 80-х – початку 90-х рр. XX ст.) з південно-східних регіонів Європи почав гніздитися і в подальшому постійно реестру-

ється на зимівлях у Криму як відносно звичайний вид [21, 11, 12, 14, 17]. Ми реестрували канюка степового 04.02 біля автомобільної дороги Євпаторія-Саки вздовж морського узбережжя – 3 особини та 08.02 на полі в околицях с. Берегове Бахчисарайського району ще 1 особину.



Рис. 7. Зустрічі канюка степового у лютому 2014 р. у Криму.

Могильник (*Aquila heliaca* Savigny, 1809). Занесений до Червоної книги України [18]. В Україні зустрічається на зимівлі лише у Криму, переважно в передгір'ях, рідше у гірсько-лісовій частині півострова [6, 7, 12, 17]. У південно-західній частині півострова ми зареєстрували декілька зустрічей: 05.02 – в околицях м. Бахчисарай трималася 1 особина могильника, ще 2 особини відмічені в цей же день над об'їздною автодорогою м. Севастополя на схід від м. Інкерман та 08.02 в околицях с. Відрадне Бахчисарайського району нами також було зареєстровано 1 особину.

Орлан-білохвіст (*Haliaeetus albicilla* Linnaeus, 1758). Занесений до Червоної книги України [18]. Регулярно зимує у Присивашші, на Керченському півострові і вздовж північно-західного узбережжя Криму [6, 7, 12, 17]. Цей вид був відмічений нами під час обліків 04.02 в околицях м. Євпаторія – 1 особина (ad), 05.02 на міському звалищі на схід від м. Алушта трималася також 1 особина (ad) та 08.02 в околицях с. Миколаївка Симферопольського району було зафіксовано ще 1 (juv) особину.

Сип білоголовий (*Gyps fulvus* Nablizl, 1783). Занесений до Червоної книги України [18]. Осілий у гірсько-

лісових частинах Криму і кочовий у степових районах вид [6, 7, 22, 17]. Ми реестрували його лише одного разу – 05.02 на скелі на південний схід від г.

Південна Демерджи (територія Алуштинської міськради) 1 птах очевидно сидів на гнізді.



Рис. 8. Зустрічі могильника у лютому 2014 у Криму.



Рис. 9. Зустрічі орлана-білохвоста у лютому 2014 р. у Криму.

Сапсан (*Falco peregrinus* Tunstall, 1771). Занесений до Червоної книги України [18]. У Криму осілим є кавка-

зький підвид сапсана (*Falco peregrinus brookei* (Sharpe), на прольоті та зимівлі – номінативний (*Falco peregrinus per-*

egrinus (Tunst.) і тундровий (*Falco peregrinus calidus* (Lath.) підвиди [7]. На жаль, нам не вдалося чітко визначити підвидову належність зареєстрованих птахів. Відмічався досить часто: 04.02 – в околицях с. Охотнікове Сакського району 1 особина трималася за сто метрів від зграї гусеподібних на полі, 06.02 – на морському узбережжі в околицях с. Рибаче Алуштинської міськради також 1 особина; 08.02 було зареєстровано 3 зустрічі – в околицях м. Сімферополь (1 особина), біля с. Миколаївка Сімферопольського району (1 особина) та в околицях с. Відрадне Бахчисарайського району ще 1 особина.

Пастушок (*Rallus aquaticus* Linnaeus, 1758). На гніздуванні у Криму почав відмічатися з 1970 р. Сьогодні це звичайний гніздовий, мігруючий та

спорадично зимуючий вид [12, 14, 16]. Під час зимових обліків у 2009 р. на західному узбережжі Криму відмічалася 1 особина цього виду [20]. Незважаючи на похолодання і опади у кінці січня – на початку лютого 2014 р. ми зустріли одну особину даного виду 05.02 на схід від м. Балаклава на березі водойми біля с. Чорноріччя під г. Гасфорта.

Слуква (*Scolopax rusticola* Linnaeus, 1758). Зимує у Гірському Криму регулярно, під час похолодання часто зустрічається біля південного узбережжя півострова [12, 14, 16]. Нами було зареєстровано одну особину 07.02 біля автодороги Судак-Алушта неподалік від г. Чобан-Куле, що знаходиться на схід від с. Привітне Алуштинської міськради.



Рис. 10. Зустрічі сапсана у лютому 2014 р. у Криму.

Мартин середземноморський (*Larus melanocephalus* Temminck, 1820). На зимівлі це малочисельний вид, з середини 1990-х років чисель-

ність помітно знизилася [4, 12, 14]. Даний вид відмічався під час обліків на Південному узбережжі Криму у 2005 р. – 21 особина, у 2007 р. – 17

особин та у 2008 р. – 22 особини [20]. Нами було відмічено групу з 3-х особин 06.02 тільки в одному місці, – біля набережної м. Судак, що підтверджує дані про низьку чисельність даного виду взимку на Південному та західному узбережжях Криму.

Мартин малий (*Larus minutus* Pallas, 1776). У південній частині Криму на зимівлях це скрізь малочисельний вид [12]. Під час середньозимових обліків водоплавних птахів 1 особину малого мартина було відмічено у 2010 р. на водоймах Гірського Криму [20]. Ми зареєстрували близько 10 особин 05.02 у бухті м. Балаклава.

Larus michahellis (*Larus michahellis* Naumann, 1840). Ще не

внесений офіційно до списку фауни України [23] вид птахів. У інших літературних джерелах його теж не виділяють у окремий вид [12, 14, 20]. Ми реєстрували цього мартина як досить звичайного птаха по всьому охопленому обліками морському узбережжю разом із іншими мартинами, у тому числі і з мартинком жовтоногим (*Larus cachinnans* Pallas, 1811); зокрема, скупчення мартинів реєстрували 04.02. в околицях м. Феодосія, 05.02. – в бухті м. Балаклава, 06.02. – на набережній м. Алушта, 07.02. – на набережній м. Судак. Вид було неодноразово сфотографовано, що дозволило чітко розглянути його діагностичні ознаки.



Рис. 11. Зустрічі голуба-синяка у лютому 2014 р. у Криму.

Голуб-синяк (*Columba oenas* Linnaeus, 1758). Занесений до Червоної книги України [18]. На зимівлях регулярно зустрічається у рівнинному Криму [12]. Ми реєстрували декілька

зустрічей: 05.02 в околицях аеропорту “Бельбек” біля м. Севастополя була відмічена зграя у 60 особин, 07.02 – в околицях с. Дачне Судакської міськради 1 особина, та 08.02 в околицях с.

Миколаївка Сімферопольського району ще 2 особини.

Плиска гірська (*Motacilla cinerea* Tunstall, 1771). Нечисельний зимуючий вид Кримського півострова [6, 12, 14]. Під час обліків гірську плиску ми відмітили лише одного разу – 05.02 на набережній бухти у м. Балаклава три-малася 1 особина цього виду.

Висновки. Таким чином, у ході експедиції було виявлено 26 видів птахів, які ми відносимо до категорії рідкісних та малочисельних; з них 14 видів занесені до Червоної книги України, що становить 16,1 % від загальної кількості внесених до неї. Враховуючи достатньо значне та тривале похолодання у передекспедиційний період, ми констатували переміщення деяких переважно гідрофільних видів з глибини півострова до його морського узбережжя. Зокрема, було відмічено ряд видів птахів, які є рідкісними у південній та південно-західній частині півострова й переміщуються туди

майже виключно під час значних понижень температури – баклан малий, червоноголова казарка, огар, чернь морська, гоголь, крех малий, канюк степовий, слуква. Відомо, що під час екстремальних похолодань птахи масово переміщуються до південного берега півострова, який в інший час не має настільки важливого значення для зимуючих птахів [12, 13, 16]. Нашими спостереженнями підтверджено, що під час найбільш холодних періодів зими частина орнітофауни, яка не характерна для південного узбережжя Криму, переміщується з північних районів півострова до морських берегів. Саме під час різкого зниження температури берегова лінія та прибережні акваторії мають найважливіше значення для зимуючих птахів Криму, особливо тих, що пов'язані з водно-болотними угіддями регіону. Серед відмічених 26 рідкісних видів 21 (80,8 %) було зареєстровано саме у районі південного узбережжя Криму.

Література

1. Браунер А.А. Заметки о птицах Крыма // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. – 1899. – т. 23, вып. 1. – С. 1-45.
2. Костин Ю.В., Дулицкий, А.И. Птицы и звери Крыма: Научно-популярный очерк. – Симферополь: Таврия, 1978. – 112 с.
3. Костин Ю.В., Дулицкий, А.И., Мальцев И.В. Редкие животные Крыма: Справочник. – Симферополь: Таврия, 1981. – 160 с.
4. Костин С.Ю., Аппак Б.А., Бескаравайный М.М. Результаты зимних учетов птиц на юге Крыма // Зимние учеты птиц на Азово-Черноморском побережье Украины. - Алушта-Киев, 1998. - С. 14-18.
5. Костин С.Ю., Бескаравайный М.М., Кононов М.В. Аннотированный список орнитофауны Опускского природного заповедника // Биоразнообразие природных заповедников Керченского полуострова / Тр. Никитского ботан. сада. - 2006. - Т. 126. - С. 95-104.
6. Костин Ю.В. Птицы Крыма. – М.: Наука, 1983. – 240 с.
7. Костин С.Ю. Ретроспективный анализ статуса представителей отряда соколообразные (Falconiformes) в Крыму // Новітні дослідження соколоподібних та сов. Матер. III Міжнарод. наук. конф. «Хижі птахи України» (м. Кривий Ріг, 24–25 жовтня 2008 р.) – Кривий Ріг, 2008. – С. 168-182.
8. Костин С.Ю. Общие аспекты состояния фауны птиц Крыма. Сообщение 2. Ретроспективный анализ состава авифауны и характера пребывания птиц Равнинного Крыма // Бранта: Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции. – 2010. – Вып. 13. – С. 89-115.

9. Бескаравайный М.М. О зимней фауне водоплавающих морской акватории Южного берега Крыма // II Всесоюзная конференция по миграциям птиц. – Алма-Ата, 1978. – ч. 1. – С. 12-13.
10. Бескаравайный М.М. Птицы заповедника «Мыс Мартыан» // Заповідна справа в Україні. – 1995. – Т. 1. – С. 30-38.
11. Бескаравайный М.М. Современное состояние и некоторые тенденции динамики численности редких видов птиц юго-восточного Крыма // Беркут. – 2001. – Т. 10, Вып. 2. – С. 125-139.
12. Бескаравайный М.М. Птицы морских берегов южного Крыма. – Симферополь: «Н. Оріанда», 2008. – 160 с.
13. Бескаравайный, М. М. Экстремальные похолодания как фактор формирования зимовок гидрофильных видов птиц на юге Крыма // Бранта. – 2010. – Вып. 13. – С. 21-32.
14. Бескаравайный М.М. Птицы Крымского полуострова. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2012. – 336 с.
15. Кучеренко В.Н. Зимовка птиц в Западном Крыму в 2005-2006 годах // Бранта: Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции. – 2007. – Вып. 10. – С. 151-156.
16. Андрущенко Ю.А., Бескаравайный М.М., Костин С.Ю., Попенко В.М., Прокопенко С.П. О зимовке птиц на юге Крыма в экстремальных условиях // Бранта. – 2012. – Вып. 15. – С. 140-147.
17. Яненко В.О., Прокопенко С.П. Зимові обліки денних хижих птахів гірської та степової частин АР Крим у 2013 р. // Актуальні проблеми дослідження довкілля. Збірник наукових праць за матеріалами V Міжнародної наукової конференції (23-25 травня 2013 р., м. Суми). – Т. 1. – Суми : СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2013. – С. 242-249.
18. Червона книга України. Тваринний світ / За ред. д.б.н., проф., чл.-кор. НАН України І.А.Акімова. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 600 с.
19. Фауна України: охоронні категорії. Довідник. / О. Годлевська, І. Парнікоза, В. Різун, Г. Фесенко, Ю. Куцоконь, І. Загороднюк, М. Шевченко, Д. Іноземцева (ред. О. Годлевська, Г. Фесенко). – Видання друге, перероблене та доповнене. – Київ, 2010. – 80 с.
20. Бюллетень РОМ: Итоги среднезимних учетов водно-болотных птиц 2005, 2007-2010 годов в Азово-Черноморском регионе Украины / Под ред. Ю.А. Андрущенко. – 2011. – Вып. 7. – 64 с.
21. Гринченко А.Б., Кинда В.В., Пиллога В.И., Прокопенко С.П. Современный статус курганника в Украине // Бранта: Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции. – 2000. – Вып. 3. – С. 13-26.
22. Аппак Б.А. Белоголовый сип в Крыму // Беркут. – 1998. – Т. 7, вып. 1-2. – С. 46-47.
23. Фесенко Г.В., Бокотей А.А. Анотований список українських наукових назв птахів фауни України (з характеристикою статусу видів). Видання третє, доповнене. – Київ – Львів, 2007. – 112 с.

ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОБЕЗПЕКИ

УДК 574.6:477.63/64

ЕКОЛОГІЧНА БІОТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА МЕТАНУ ТА БІОДОБРИВА ІЗ СИНЬО-ЗЕЛЕНИХ ВОДОРОСТЕЙ

Никифоров В.В., Дігтяр С.В.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук
v-nik@kdu.edu.ua

Представлена екологічна біотехнологія виробництва метану і біодобрива з синьо-зелених водоростей. Обговорюються природоохоронні, енергозберігаючі та агротехнологічні перспективи використання синьо-зелених водоростей під час «цвітіння» води. Утилізація їх критичної фітомаси (0,5 млн т) призведе до оздоровлення території середнього Придніпров'я та забезпечить отримання близько 0,5 млн м³ метану з акваторії Кременчуцького водосховища протягом вегетаційного періоду (70 днів), а також понад 0,4 млн т збалансованого рідкого біодобрива. *Ключові слова:* синьо-зелені водорості, біогаз, біодобриво, охорона природи, енергозбереження, дніпровські водосховища.

Экологическая биотехнология производства метана и биоудобрения из сине-зеленых водоростей. Никифоров В.В., Дегтяр С.В. Представлена экологическая биотехнология производства метана и биоудобрения из сине-зеленых водорослей. Обсуждаются природоохранные, энергосберегающие и агротехнологические перспективы использования сине-зеленых водорослей во время «цветения» воды. Утилизация их критической фитомассы (0500000 т) приведет к оздоровлению территории среднего Приднепровья и обеспечит получение около 0500000 м³ метана из акватории Кременчугского водохранилища в течение вегетационного периода (70 дней), а также более 0400000 т сбалансированного жидкого биоудобрения. *Ключевые слова:* сине-зеленые водоросли, биогаз, биоудобрение, охрана природы, энергосбережения, днепровские водохранилища.

Environmental biotechnology is the production of methane and fertilizer from blue-green algae. Nikiforov V., Dihtyar S. The presented environmental biotechnology production of methane and fertilizer from blue-green algae. We discuss the environmental, energy saving and Agrotechnological prospects of blue-green algae during the "flowering" of water. Disposal of critical biomass (0.5 million tons) will lead to the recovery of the Middle Dnieper and will provide the approximately 0.5 million m³ of methane from Kremenchug reservoir waters during the growing season (70 days) and more than 0.4 million tons of balanced liquid fertilizer. *Keywords:* blue-green algae, biogas, bio, environmental protection, energy saving, Dnieper Reservoir.

Прикладне значення досліджень пов'язано з тим, що екологічна (природоохоронна, безвідходна) біотехнологія (БТ) виробництва метану (біогазу) із синьо-зелених водоростей (СЗВ), що масово розвиваються влітку у водосховищах дніпровського каскаду, спрямована на забезпечення питною водою понад 80 % населення України. Супутнім продуктом БТ є мінералорганічні добрива, що зумовлює її безвідходність. Упровадження БТ для національної економіки забезпечуватиме розв'язання важливих проблем енергетичного, екологічного й аграрного значення.

Це одержання забезпечить дешевим метаном і добривом фермерські господарства та поліпшить екологічний стан р. Дніпро, прибережних населених пунктів і місць відпочинку, збільшить продуктивність риби, а також знизить витрати на очистку води відповідно до ДСТУ «вода питна», оскільки вилучення ціанобактерій із води призведе до поліпшення її якості. Дослідження показали, що під час природного бродіння у воді накопичуються метан, ацетон, олійна і оцтова кислоти, бутанол, феноли, аміни типу «трупних отрут» (путресцини), у результаті життєдіяльності СЗВ виділяється понад 20 різноманітних альготоксинів тощо.

Про актуальність досліджень свідчить віднесення їх до пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки: Закон України № 2623-III, щодо «збереження навколишнього середовища та сталий розвиток»; спільний Указ МОН і НАН України № 1066/605 «Екологія збереження біорізноманітності та проблеми раціонального використання біоресурсів»; Програма прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку (Постанова Кабінету Міністрів Укра-

їни № 1086), відповідно до яких проводяться дослідження.

Проект є продовженням фундаментальних досліджень теми «Фізико-хімічна біологія метаногенезу гідробіонтів на прикладі ціанобактерій» (№ державної реєстрації 0108U002170) у межах якої визначаються біохімічні та мікробіологічні характеристики процесу і способи виробництва біогазу, особливості хімічної кінетики метаногенезу субстрату СЗВ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Якщо на сьогодні певна частина енергетичного потенціалу наземної біомаси рослинного походження утилізується людством (сьогодні шосту частину споживаної енергії отримують із агрогенної та іншої фітомаси, що еквівалентно щоденному використанню понад чотирьох млн т нафти), то біомаса гідробіонтів загалом фітопланктону зокрема майже не затребувана. Тому використання СЗВ під час їх «цвітіння» на акваторії водосховищ дніпровського каскаду для виробництва біогазу дозволить одержати не лише додаткове джерело енергії, а й поліпшити санітарно-гігієнічний стан води та прибережних територій [1].

Рослини утилізують близько 0,1 % сонячної енергії, яка сягає поверхні Землі, що в 10 разів перевищує світове споживання енергії. Тому виникла ідея використання клар-газу – палива, яке отримується з органічної маси шляхом її біоконверсії. Метаногенез (метанове «бродіння») був відкритий у 1776 р. Вольтой, який виявив наявність метану в болотяному газі. При цьому, найбільш перспективними акумуляторами сонячної енергії виявилися мікрводорості:

максимальне значення ККД фотосинтезу у цианей сягає 20 %, що у 200 разів перевищує середнє значення ККД фотосинтезу на земній кулі. Енергія, накопичена в 1 м³ біогазу, еквівалентна енергії 0,6 м³ природного газу, 0,7 л нафти або 0,6 л дизельного палива [2-5].

Новизну у дослідженнях становлять:

- ідея використання надлишкової біомаси гідробіонтів загаомі та синьо-зелених водоростей зокрема як субстрату для біометаногенезу;

- спосіб екологічно безпечного й економічно вигідного збору сестона як безкоштовної сировини;

- ідея використання відпрацьованого субстрату як мінералорганічного добрива;

- гіпотеза багаторазового завантаження анаеробних камер відпрацьованим субстратом (інокуляція) для скорочення тривалості перших етапів метаногенезу;

- оздоровлення довкілля і населення шляхом поліпшення якості природної, у тому числі питної води, внаслідок вилучення СЗВ з акваторії водосховищ дніпровського каскаду.

Викладення основного матеріалу

Об'єктом досліджень є синьо-зелені водорості (*Cyanophyta*), точніше ціанобактерії (*Oxyphotobacteriobionta*), що є якнайдавнішою групою автотрофних організмів, залишки яких виявлено в докембрійських строматолітах віком 2,7–3,2 млрд. років. Як космополіт ціанобактерії навіть за їх незначної видової різноманітності (близько двох тис. видів), зустрічаються всюди, оскільки їх адаптаційні можливості (екологічна пластичність і резистентність), зумовле-

ні їх стародавністю і не мають меж. Здатність засвоювати чотири гази (вуглекислий для фотосинтезу, кисень для дихання, сірководень для хемосинтезу й азот задля його фіксації), дозволяє одній початковій клітинці за вегетаційний період (70 днів) породжувати 10²⁰ дочірніх, спричиняє їх масовий розвиток – «цвітіння» води.

Предметом досліджень є збір й утилізація СЗВ, зібраних під час «цвітіння» з акваторії водосховищ дніпровського каскаду (застосування альтернативних енергоджерел), для отримання метану та біодобрива. Дослідження спрямовано на впровадження проєктованої БТ для отримання додаткового джерела енергії, мінералорганічних добрив, раціонального використання біоресурсів, вирішення національних природоохоронних питань, пов'язаних з водокористуванням.

Апробовано отримання метану на базі лабораторій кафедри екологічної біотехнології та біоенергетики факультету природничих наук Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Експериментальна розробка відрізняється типом використаного субстрату (біомаса СЗВ) і кількісним складом біогазу (збільшення вмісту метану за рахунок відсутності сірководню і зменшення двооксиду вуглецю). Технічним результатом цього є отримання 1,7 дм³ суміші газів із 1,0 дм³ концентрованого субстрату протягом тижня при оптимальній температурі 20-30°C кількісно-якісного складу: метан (85 %), двооксид вуглецю (10 %), інші гази (5 %), а також зникнення сірководню, який входить до складу біогазу, отриманого із інших (зоогенних) субстратів, і викликає корозію металевих конструкцій.

Для впровадження в національну економіку екологічної біотехнології виробництва метану із синьо-зелених водоростей:

- досліджено специфіку ферментативних реакцій біометаногенезу фітомаси СЗВ;

- визначено видовий склад ціанобактерій і мікроорганізмів, які беруть участь у деградації та біоконверсії органічної речовини (фіто- і зоогенного субстрату);

- вивчено технологічні умови виробництва метану;

- розроблено комплексну екологічну біотехнологію, що забезпечує рентабельне виробництво біогазу (клар-газу) із біомаси ціанобактерій, зібраної під час «цвітіння» акваторії водосховищ дніпровського каскаду;

- проведено моделювання БТ на найбільшому в Європі Кременчуцькому водосховищі;

- розраховано економічну та соціальну ефективність упровадження біоконверсійних дайджестерів (метантенків) в умовах фермерських господарств на території Середнього Придніпров'я;

- проведено біотестування водних розчинів рідкого біодобрива.

У прикладних (експериментальних) дослідженнях використано математичні (статистичні, комп'ютерні методи і моделювання), фізичні (колориметрія, рентгеноструктурний аналіз, електронна та світлова мікроскопія тощо), хімічні (якісний і кількісний аналіз), біологічні (біотестування) та екологічні (біоіндикація та моніторинг) методи.

Дослідження виконуються на базі кафедри екологічної біотехнології та біоенергетики Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського зі застосуванням скануючого електронного мікроскопу РЕМ

106-В, тринокулярного світлового мікроскопу для морфологічних досліджень XS-3330, спектрофотометру ФЕК 3-М тощо.

Новітня екологічна (природоохоронна, безвідходна) біотехнологія виробництва метану як альтернативного джерела енергії із синьо-зелених водоростей та інших гідробіонтів не має світових аналогів та передбачає розбудову мережі стаціонарних і пересувних комплексів з утилізації СЗВ та іншої надлишкової біомаси (вищої водної рослинності, відходів рослинництва і тваринництва, листяного опаду із населених пунктів тощо) уздовж Дніпровського національного екологічного коридору для забезпечення сталого еколого-економічного розвитку придніпровських регіонів. До потенційних замовників та зацікавлених у використанні результатів досліджень є водоочисні споруди, фермерські господарства, агропромислові підприємства, пов'язані з післяурожайною діяльністю, організації у галузі аквакультури.

Висновки

Утилізація ціанобактерій має природоохоронний, енергоресурсний, енергозберігаючий та агротехнологічний ефекти:

- застосування екологічно безпечно, без суттєвих енерговитрат, способу збору сестона;

- виконання умов Кіотського протоколу до Рамкової конвенції ООН зі змін клімату (Ріо-де-Жанейро, 1992);

- приєднання до Директиви 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23 жовтня 2000 р.;

- відновлення порушеної структурно-функціональної організації літораль-

них екосистем водосховищ дніпровсько-го каскаду (газовий баланс, гідрохімічний режим, зниження токсичності води, нерест іхтіофауни та ін.);

– оздоровлення довкілля і населення завдяки поліпшенню якості природного середовища, у тому числі питної води;

– використання продуктів виробництва як мінералорганічного добрива в сільському і лісовому господарстві;

– використання соціального і фінансового ефекту для забезпечення сталого еколого-економічного розвитку придніпровських регіонів;

– використання безкоштовної сировини як субстрату для ферментації;

– впровадження дешевого виробництва біогазу і трансформація його в електроенергію;

– під час збору сестона в плямах «цвітіння» на акваторії лише Кременчуцького водосховища площею 2250 км² у кількості до 50 кг/м³ із об'єму 828 млн м³ води мілководь (глибина до 2 м; 18,4% площі водойми) його біомаса становитиме $4.14 \cdot 10^7$ т за вегетаційний період (70 діб);

Література

1. Никифоров В.В. Про природоохоронні та енергозберігаючі перспективи використання синьо-зелених водоростей // Промышленная ботаника. Сборник научных трудов. – Донецк, 2010. – Вып. 10. – С. 193–196.
2. Водоросли. Справочник / Под ред. С.П. Вассера. – К.: Наук. думка, 1989. – С. 142–166.
3. Кульский Л.А., Сиренко Л.А., Шкавро З.И. Фитопланктон и вода. – К.: Наук. думка, 1986. – 134 с.
4. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды / Под ред. В.Г. Дебабова. – М.: Мир, 1987. – 411 с.
5. Сиренко Л.А., Гавриленко М.Я. «Цветение» воды и эвтрофирование. – К.: Наук. думка, 1978. – 232 с.

– ферментація цієї біомаси в процесі метаногенезу, забезпечує отримання до 28,9 млн м³ біогазу ($\approx 18,8$ млн. м³ метану), що еквівалентно 20 тис. т нафти або 17 тис. т дизельного палива.

Перспективи використання результатів досліджень. Очікуване впровадження результатів досліджень у навчальному процесі полягає у:

– підготовці нових лекційних курсів та циклів лабораторних робіт з дисциплін «основи екологічної біотехнології», «сучасні біотехнології в агросфері», «підготовка питної води», «хімічна мікробіологія», «мікробіологія та хімія води»;

– виконанні та захисті кваліфікаційних робіт бакалавра і магістра;

– виданні підручника і навчальних посібників з дисциплін «основи екологічної біотехнології», «технології біорекультивациі», «біоремедіація ґрунтового і водного середовищ»;

– прийнятті до захисту спеціалізованою вченою радою двох кандидатських і однієї докторської дисертацій за відповідною проблематикою.

ЕКОЛОГІЯ І ВИРОБНИЦТВО

УДК 504.058:54-414

ЛИКВИДАЦИЯ СУЛЬФИДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ С ПОМОЩЬЮ СОРБЕНТОВ

Дан Е. Л., Бутенко Э.О., Капустин А.Е.

ГВУЗ Приазовский государственный технический университет,
ул. Университетская, 7, г. Мариуполь, 87500,
danelen@list.ru;

Исследовано влияние отвалов шлаков металлургического и коксохимического производства на состояние прилегающих к ним водоемов. Рассмотрена кинетика ликвидации сульфидсодержащих соединений с помощью сорбентов - слоистых двойных гидроксидов. Определен оптимальный состав сорбента для очистки водоемов, загрязненных шлаками. *Ключевые слова:* шлак, сульфид, слоистые двойные гидроксиды.

Ліквідація сульфідних промислових стоків за допомогою сорбентів. Дан О.Л., Бутенко Е.О., Капустин О.Є. Досліджено вплив відвалів шлаків металургійного та коксохімічного виробництва на стан прилеглих до них водойм. Розглянута кінетика ліквідації з'єднань, що містять сульфід, за допомогою сорбентів - шаруватих подвійних гідроксидів. Визначено оптимальний склад сорбенту для очищення водойм, забруднених шлаками. *Ключові слова:* шлак, сульфід, шаруваті подвійні гідроксиди.

The liquidation of sulfide industrial wastewater by means of sorbents. Dan O., Butenko E., Kapustin A. The influence of slag dumps of metallurgical and coke production on the state of adjacent waters was investigated. The kinetics of liquidation of sulfide compounds by sorbents - layered double hydroxides was researched. The optimal composition of the sorbent for water treatment contaminated by slags was calculated. *Keywords:* slag, sulfide, layered double hydroxides.

Введение

В технологическом цикле металлургических предприятий используется большое количество воды, что обуславливает расположение их вблизи водных объектов, металлургические шлаки в основном складываются в отвалах на берегах рек и морей открытым спо-

собом. При открытом способе складирования отвал металлургических шлаков является источником вторичного загрязнения окружающей среды вследствие эмиссий загрязняющих веществ в воздух, объекты гидросферы и почву [1]. Таким образом, шлаки являются основным источником серо-

содержащих соединений в водных объектах, контактирующих с ними.

Постановка проблемы

На ПАО "МК "АЗОВСТАЛЬ" (г. Мариуполь, Украина) для предотвращения загрязнения моря серосодержащими соединениями создана защитная дамба промышленных сточных вод. На рис. 1 показано «сероводородное озеро» на берегу Азовского моря.

По данным предприятия, среднесуточный расход сточных вод из защитной дамбы – 5200 м³/сутки, усреднё-

ная концентрация сульфидов – 506 г/м³, суточное количество сульфидов составляет 2,9 тонны, а годовое – 1,1 тыс. тонн.

Наличие серы и её соединений в водоемах отрицательно сказывается не только на состоянии окружающей среды (сокращение популяции живых организмов, обитающих в водоеме), но и может нанести вред здоровью человека (от головокружения при низких концентрациях до развития рака при высоких) [2].



Рис. 1. Защитная дамба промышленных сточных вод ПАО "МК "АЗОВСТАЛЬ"

Высокое содержание сульфидной серы в шлаковых стоках не позволяет сбрасывать их на биологическую очистку вместе с остальными сточными водами. Существующие методы очистки являются энергоемкими, требуют больших затрат, и приводят к вторичному загрязнению окружающей среды. Известные методы очистки сульфидных стоков (отпаривание, дегазация, карбонизация и др.) требуют больших энергетических затрат и являются не экологическими вследствие загрязнения воздуха сероводородом и сернистым газом [3, 4].

Одним из перспективных направлений ликвидации серосодержащих

соединений из водоемов является применение различных сорбентов. Эффективным является активированный уголь, однако его использование ограничено его высокой стоимостью. Кроме того, сорбционные процессы с его участием являются физическими, сорбированные анионы не связаны с матрицей химическими связями, что делает процессы захоронения рискованными вследствие возможного обратного процесса десорбции. Исследованные ранее модифицированные углеродные сорбенты обладали такими недостатками, как длительное установление сорбционного равновесия и малая степень адсорбции [5].

Поэтому необходим поиск новых альтернативных сорбентов, которые обладали бы высокой степенью извлечения и при этом не обладали бы высокой стоимостью [6].

Целью работы является исследование кинетики ликвидации сульфидов в присутствии сорбентов из водоемов, контактирующих с металлургическими шлаками.

Перспективы использования слоистых двойных гидроксидов

Существующий интерес к слоистым двойным гидроксидам (СДГ) вызван возможностью их использования в качестве адсорбентов [7, 8]. СДГ или гидротальцитоподобные соединения – класс неорганических материалов с общей формулой $[M_{1-x}M_x^{3+}(OH)_2][A^{n-}]_{x/n} \cdot yH_2O$, где M^{2+} , M^{3+} – двух- и трёхзарядные катионы металлов [9]. Их преимуществом является возможность регулирования структурных, текстурных, кислотно-основных и адсорбционных свойств варьированием природы и соотношения металлов M^{2+}/M^{3+} , а также природы анионов в межслоевом простран-

стве. Наиболее детально изучены и широко используются алюмомагниево-СДГ (MgAl-СДГ), аналоги природного материала гидротальцита, благодаря их простому и воспроизводимому синтезу методом соосаждения [10, 11]. Они могут быть получены из отходов химических производств, содержащих соли магния и алюминия.

Раствор солей металлов $Mg(NO_3)_2$ и $Al(NO_3)_3$ с концентрациями, близкими к 100 г/л, взятыми в стехиометрических соотношениях, при перемешивании вливали в раствор, содержащий примерно двукратный избыток щёлочи и карбонатов (конечное значение рН составляет 8-10). Осадок кристаллизуется при нагревании не менее 18 часов. В качестве осадителя применяли растворы NaOH и Na_2CO_3 .

Время осаждения составляло 24 часа, время кристаллизации при температуре 80 °С – 96 часов. Полученные образцы отмывали до отсутствия щелочной реакции и сушили при 120°С до постоянного веса.

Синтезированные сорбенты на основе магния и алюминия приведены в табл. 1

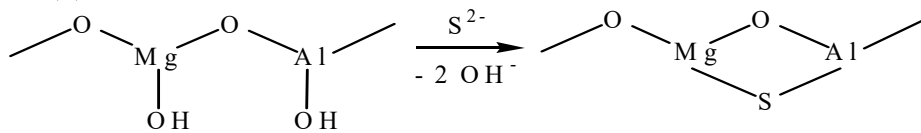
Таблица 1

Характеристики синтетических сорбентов [12]

Mg/Mg+Al, моль/моль	0,52	0,72	0,81	0,86
d, Å	3,038	3,036	3,045	3,058
c, Å	22,62	22,67	22,81	23,40
Удельная поверхность, м ² /г	250	200	192	180
Объем пор, мл/г	0,5	0,2	0,2	0,2
Кислотность, мэкв/г	0,41	0,32	0,21	0,06
Основность, мэкв/г	0,73	0,54	0,63	0,85
E _{дин.} , мэкв/г	0,075	0,081	0,041	0,036
E _{стаб.} , мэкв/г	0,38	0,41	0,10	0,08

Исследование кинетики ликвидации серосодержащих соединений из промышленных сточных вод в присутствии СДГ

Исследования сорбции анионов S²⁻ на исследуемых сорбентах показали, что реакции анионов протекают по следующей схеме [11]:



Для определения параметров протекающего процесса были проведены кинетические исследования сорбции. Исследование сорбции сульфид-ионов СДГ проводили в реакторе путем смешения с периодическим отбором

проб, концентрацию сульфид-ионов определяли спектрометрически. Из полученных данных, представленных на рис. 2, видно, что скорость сорбции сульфидов высока, система быстро приходит в состояние равновесия.

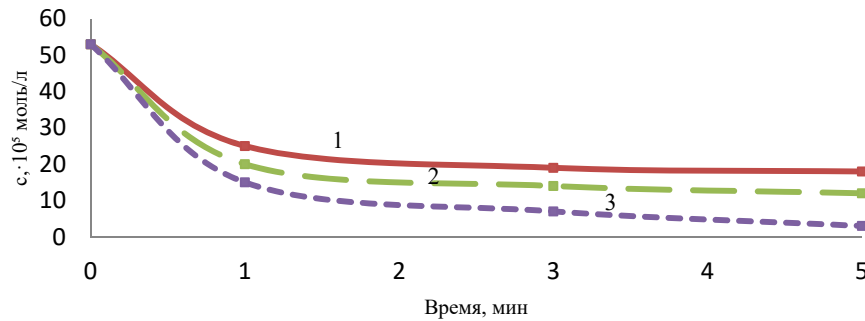


Рис. 2. Изменение концентрации сульфид-ионов во времени при различной массе сорбента: 1 – 0,1 г, 2 – 0,15 г, 3 – 0,2 г

Расчетным путем определены константы скорости первого порядка для различных масс сорбента Mg/Al = 0,72 моль/моль.

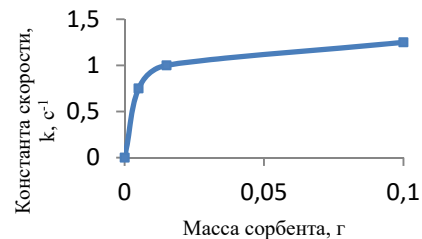


Рис. 3. Зависимость константы скорости сорбции сульфид-ионов от массы сорбента (Mg/Al = 0,72 моль/моль; t = 20 °C)

Используя значения констант скорости первого порядка, была получена зависимость константы скорости сорбции от массы сорбента (рис. 3).

Представленная кинетическая зависимость сорбции сульфид-ионов говорит о первом порядке по массе сорбента. То есть кинетическое уравнение имеет вид:

$$v = k \cdot m \quad (1)$$

В процессе исследований были рассчитаны значения констант скорости сорбции сульфид-ионов первого порядка, для сорбентов с различным содержанием Mg/Al моль/моль. Полученные значения констант скорости

первого порядка представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения констант скорости первого порядка для сорбентов с различным содержанием Mg/Al, моль/моль

Mg/Al, моль/моль	0,52	0,72	0,81	0,86
k, с ⁻¹	0,04	0,04	0,03	0,01

Кинетическое уравнение второго порядка имеет вид:

$$v = k \cdot C_{S^{2-}} \cdot C_{a.ч.} \quad (2)$$

Для нахождения констант скорости второго порядка использовались значения концентраций активных центров сорбентов (C_{а.ч.}). Константы скорости реакции второго порядка были найдены по уравнению:

$$k = k' / C_{a.ч.} \quad (3)$$

Найденные значения констант скорости второго порядка для сульфид-ионов представлены в табл. 3.

Для определения активационных параметров сорбции сульфид-ионов на СДГ было изучено протекание ионного обмена при различных температурах. Были определены значения констант скорости сорбции сульфид-ионов для различных температур. Полученные данные представлены в табл. 4.

Таблица 3

Значения констант скорости сорбции второго порядка для сорбентов различного состава

Mg/Al, моль/моль	0,52	0,72	0,81	0,86
k, л/моль·с	210,53	245,40	200,00	82,64

Таблица 4

Значение констант скорости сорбции сульфид-ионов при различных температурах

T, K	293	313	328	338	348
k, с ⁻¹	0,04	0,05	0,06	0,08	0,12
E = 23,28 кДж/моль		k ₀ = 0,5 · 10 ³ л/моль·с			

Полученное значение энергии активации говорит о том, что реакция протекает в диффузионной области, но уже значительно ближе к кинетической области, чем другие исследуемые сорбаты, что говорит о высокой кислотности сульфидов.

Полное кинетическое уравнение для сорбции сульфидов сорбентом Mg/(Mg+Al) = 0,72 моль/моль имеет вид:

$$k = 0,5 \cdot 10^3 \cdot e^{-23280/RT} \quad (4)$$

$$v = 0,510^3 \cdot e^{-23280/RT} \cdot C_{S^{2-}} \cdot C_{a.ч.} \quad (5)$$

Изучение процессов сорбции для СДГ различного состава позволило определить значения констант скорости сорбции второго порядка для сульфид-ионов. Зависимость констант скорости от мольного соотношения катионов показана на рис. 4, откуда следует, что наиболее оптимальным мольным соотношением является 0,72.

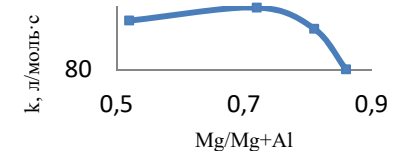


Рис. 4. Зависимость константы скорости сорбции сульфид-ионов от состава сорбента Mg/(Mg+Al)

Выводы

1. Изучена кинетика ликвидации сульфидов из водоемов, загрязненных вследствие контакта с шлаками металлургического производства.

2. Показана эффективность использования в качестве сорбентов слоис-

тых двойных гидроксидов - MgAl-СДГ.

3. Расчетным путем обоснован оптимальный состав Mg-Al-СДГ - 0,72 моль/моль.

Литература:

1. Снижение экологической нагрузки при обращении со шлаками черной металлургии: монография / К.Г. Пугин, Я.И. Вайсман, Б.С. Юшков, Н.Г. Максимович. - Пермь : Перм. гос. техн. ун-т., 2008. - 316 с.
2. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V-VIII групп: Справочное издание. / А.Л. Бандман, Н.В. Волкова, Т.Д. Грехова и др. - Л. : Химия, 1989. - 592 с.
3. Crini G. Recent developments in polysaccharide-based materials used as adsorbents in wastewater treatment / G. Crini // Prog. Polym Sci. - 2005. - №30. - P. 38–70.
4. Mohamed Nageeb Rashed. Organic Pollutants - Monitoring, Risk and Treatment / Mohamed Nageeb Rashed. - Croatia : InTech. - 2013. - 238 p.
5. Яковлев С.В. Современные решения по очистке природных и сточных вод / С.В. Яковлев, О.В. Демидов // Экология и промышленность России. – 1999. - № 12. – С. 12-15.
6. Бутенко Э.О. Технология удаления сульфидов / Э.О. Бутенко, А.Е. Капустин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2010. - №3/8 (45). - С. 7-9.
7. Vujdosó T. Structural characterization of arsenate ion exchanged MgAl-layered double hydroxide/ Vujdosó T., Patzkó Á., Galbács Z., Dékány I. // Appl. Clay Sci. - 2009. - V. 44. -P. 75–82.
8. Nakayama H. Intercalation of amino acids and peptides into Mg–Al layered double hydroxide by reconstruction method / Nakayama H., Wada N., Tshako M. // Int. J. of Pharm. - 2004. - V. 269. - P. 469–478.
9. Степанова Л.Н. Влияние соотношения Mg/Al в составе слоистых двойных гидроксидов на сорбцию хлоридных комплексов Pt (IV) / Л.Н. Степанова, О.Б. Бельская, Н.Н. Леонтьева, В.А. Лихолобова // Journal of Siberian Federal University. Chemistry. - 2012. - №5. - С. 361-375.
10. Duan X. Layered double hydroxides / Duan X., Evans D.G. // Structure and Bonding. - 2005. - V. 119. - 242 p.
11. Cavani F. Hydrotalcite-type anionic clays: preparation, properties and applications / Cavani F., Trifiro F., Vaccary A. // Catal. Today. - 1991. - V. 11. - P. 173-301.
12. Бутенко Э.О. Исследования процессов десорбции прокалённых синтетических анионных глин / Э.О. Бутенко, А.Е. Капустин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2013. - №2/6 (62). - с. 59-61.

УДК 504.064.37:613.6.

ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВЕРХНІ ДЖЕРЕЛ ГОРІННЯ ТА САМОНАГРІВАННЯ НА ПОРОДНИХ ВІДВАЛАХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

Козир Д.О.¹, Костенко В.К.¹, Майборода А.М.², Костенко Т.В.²

¹Донецький національний технічний університет
пл. Шибанкова, 2, Красноармійськ
mail@donntu.edu.ua;

²Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля
вул. Онопрієнка, 8, 18000, Черкаси
chibp@mns.gov.ua

Досліджено вплив зовнішніх факторів (відстань зйомки, швидкість вітру та ін.) на результати температурного контролю теплового стану породного відвалу при застосуванні дистанційних засобів і способів. Проведені експериментальні дослідження, що співпадають з результатами лабораторних досліджень. Підтверджено, що необхідно врахувати вплив турбулентності повітря в приземному шарі атмосфери та пропускання інфрачервоного випромінювання. Теоретично обґрунтовані залежності впливу зовнішніх факторів на показники тепловізійної зйомки, які дозволяють розробити методику оцінки теплового стану породних відвалів за допомогою дистанційних засобів контролю. *Ключові слова:* породний відвал, вогнища самонагрівання і самозаймання, тепловізор, дистанційне вимірювання температури, викиди парникових газів.

Обоснование методики дистанционного измерения температуры поверхности очагов горения и самонагрева на породных отвалах угольных шахт. Козырь Д.А., Костенко В.К., Майборода А.М., Костенко Т.В. Исследовано влияние внешних факторов (расстояние съемки, скорость ветра и др.) на результаты температурного контроля теплового состояния породного отвала при применении дистанционных средств и способов. Проведенные экспериментальные исследования, совпадают с результатами лабораторных исследований. Подтверждено, что необходимо учесть влияние турбулентности воздуха в приземном слое атмосферы и пропускания инфракрасного излучения. Теоретически обоснованы зависимости влияния внешних факторов на показатели тепловизионной съемки, которые позволяют разработать методику оценки теплового состояния породных отвалов с помощью дистанционных средств контроля. *Ключевые слова:* породный отвал, очаги самонагрева и самовозгорания, тепловизор, дистанционное измерение температуры, выбросы парниковых газов. *Ключевые слова:* породный отвал, очаги самонагрева и самовозгорания, тепловизор, дистанционное измерение температуры, выбросы парниковых газов.

Justification remote sensing techniques in surface temperature and self-heating sources burning waste heaps of coal mines. Kozyr D., Kostenko V., Majboroda A., Kostenko T. The influence of external factors (shooting distance, wind speed, etc.). The results of the temperature control of the thermal state of the waste dump in the application of distance learning tools and methods. Experimental studies coincide with the results of laboratory tests. Confirmed the need to consider the impact of air turbulence in the surface layer of the atmosphere and transmission of

infrared radiation. Theoretically grounded external factors depending on performance thermal imaging surveys that allow to develop a methodology for evaluating the thermal state of dumps by remote controls. Keywords: dump, pockets of self-heating and spontaneous combustion, thermal, remote temperature measurement of greenhouse gas emissions. *Keywords:* dump, hearth self-heating and spontaneous combustion, thermal imager, remote temperature measurement of greenhouse gas emissions.

У Донецькій області за рік утворюється 3038 млн т відходів. При цьому основна частка в загальному обсязі відходів припадає на відходи вугільної промисловості. На сьогодні в Україні налічується понад 1330 породних відвалів. Тільки в Донецькій області налічується більше 600 породних відвалів, з них близько 140 палаючих. Палаючі породні відвали є основним джерелом забруднення атмосфери [1].

Палаючі породні відвали щорічно виділяють в атмосферу близько 300 тис. тонн забруднюючих речовин. Найбільш схильні до самозаймання - конусні відвали, в яких знаходиться близько 80% загального об'єму породи.

У цілому процес самоокислення залежить від ряду гірничо-геологічних і гірничотехнічних чинників. Самозаймання сприяє також газоутворенню, яке супроводжує процеси газифікації і окислення горючих матеріалів, реакцію між газоподібними компонентами, розжареним вугіллям і породами [2]. Фронт горіння на породному відвалі може поширюватися зі швидкістю до 1 метра за добу і більше.

Для виявлення осередків самонагрівання і своєчасного вжиття заходів щодо попередження самозаймання порід повинен проводитися моніторинг теплового стану відвалів (регулярна температурна зйомка). Результати вимірів температури використовують для визначення обсягу палаючої маси, необхідного для розробки проектів гасіння і встановлення обсягів викидів шкідливих речовин.

Нормативним документом, яким регламентовано процес контролю теплового стану породних відвалів, є «Інструкція із запобігання самозапалюванню, гасіння та розбирання породних відвалів» [3].

Вимоги до засобів для виконання температурної зйомки в цьому документі не обумовлені. В даний час температурна зйомка найчастіше проводиться за допомогою контактних термометрів і забитих у відвальну масу на глибини від 0,5 до 2,5 м термопар. Процес зйомки трудомісткий, тривалий, небезпечний та дорогий.

Існуюча методика проведення температурної зйомки породних відвалів має наступні суттєві недоліки: за регламентованими схемами розташування точок замірів на породних відвалах різної форми неможливо точно визначити кількість, форму і площу вогнищ тепловиділення розмірами менше 10 м, особливо без явних ознак горіння, концентрується між точками виміру температур і не фіксується; в осередках горіння через їх недоступність неможливо провести виміри температури контактним способом. Найбільш суттєвим недоліком контактного способу вимірювання температури є неможливість його реалізації внаслідок небезпечності і відсутності доступу до джерел горіння та самонагрівання.

Більш перспективними методами контролю температури є дистанційні способи. Комп'ютерна термографія дозволяє створити безпечні умови температу-

рної зйомки поверхні породних відвалів, підвищити точність і достовірність отриманих результатів, забезпечити необхідну періодичність контролю та знизити витрати на виконання цих робіт.

Для широкого застосування дистанційних засобів і способів температурного контролю на сьогодні відсутні законодавчо затверджені методики, які дозволяють враховувати умови зйомки та вплив зовнішніх факторів на результати тепловізійної зйомки.

До основних зовнішніх факторів відноситься поглинання газів, які складають атмосферу, ослаблення випромінювання через розсіювання на частинках, присутніх в атмосфері, та турбулентність.

Наявність атмосфери між джерелом випромінювання і приймачем зазвичай є причиною перешкод при дистанційних методах аналізу. Енергія інфрачервоного випромінювання послаблюється при проходженні крізь атмосферу [4].

Явища послаблення ускладнюють проведення вимірювань і вносять систематичну помилку, яка залежить від довжини хвилі поширюваного випромінювання, використовуваного спектрального діапазону, дистанції спостереження і метеорологічних умов. Крім того, контрасти в полях температур та швидкості вітру викликають турбулізацію атмосфери, яка значно впливає на результати тепловізійної зйомки [5].

Метою роботи є експериментальне вивчення впливу зовнішніх факторів: відстань зйомки, форма джерела нагрівання, швидкість вітру та ін. на результати температурного контролю теплового стану породного відвалу при застосуванні дистанційних засобів і способів, що дозволить виділити найбільш значущі з них і розробити методику оцінки

теплового стану породних відвалів за допомогою дистанційних засобів контролю.

Методи. Для дослідження температурного стану об'єкту та виявлення залежностей між зовнішніми факторами (турбулентність повітря та пропускання інфрачервоного випромінювання атмосферою), дистанцією температурної зйомки та показниками температурної зйомки при дистанційному способі контролю температури були проведені натурні дослідження.

Експериментальні дослідження теплового стану породних відвалів були проведені за допомогою тепловізора *Fluke Ti-125* на породному відвалі шахти ім. М.І.Калініна (м. Донецьк).

При підготовці до тепловізійної зйомки породного відвалу визначалися коефіцієнти випромінювання і відбиття інфрачервоного випромінювання. Для оцінки впливу зовнішніх факторів на результати температурного контролю (турбулентність повітря, пропускання інфрачервоного випромінювання атмосферою) вимірювалась відносна вологість повітря, температура навколишнього повітря і вимірювалась швидкість вітру. Також враховувався ракурс тепловізійної зйомки [6].

Тепловізійну зйомку породного відвалу проводили з хвостової, лобової і торцевих сторін. У разі великих розмірів породного відвалу або наявності сторонніх об'єктів, що заважають зйомці, відвал знімався по частинах. Додатково на породному відвалі оглядалися горизонтальні майданчики, які не потрапили в об'єкти тепловізора (рис.1). При аналізі отриманих даних теплової зйомки виявлялися ділянки з аномальною температурою.

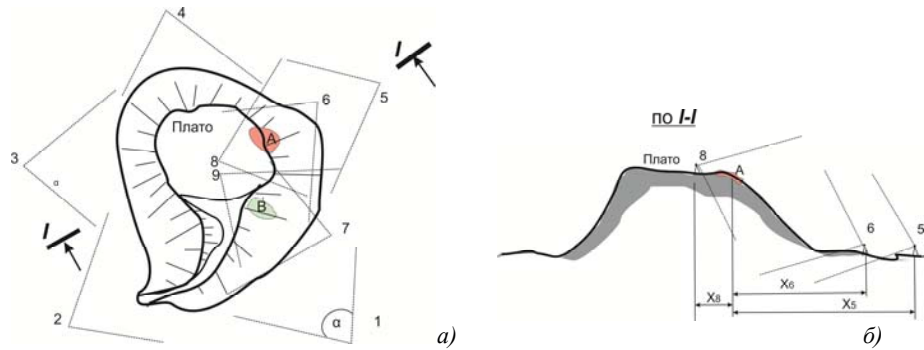


Рис.1. План (а) та переріз (б) зйомки поверхні породного відвалу: 1-8 – точки зйомки та кут (а) обзору тепловізора; А, В – джерела горіння і самонагрівання на поверхні відвальної маси; X_5, X_6, X_8 - відстань від джерела горіння до точки зйомки

Результати. При експериментальних дослідженнях теплового стану породного відвалу шахти ім. М.І.Калініна виявлено осередки самонагрівання, що знаходились на північно-східній стороні породного відвалу (рис. 2). Температурна зйомка осередку самонагрівання з температурою $66,9^{\circ}\text{C}$ проводилась із збільшенням дистанції зйомки від 1 до 21 м з кроком 3 м, а осередку самонагрівання з температурою $41,3^{\circ}\text{C}$ - із збільшенням

дистанції зйомки від 3 до 18 м з кроком 3 м. На рисунку 2 представлені ізотерми розподілу температури осередків самонагрівання від 3 до $66,9^{\circ}\text{C}$.

Швидкість повітря при тепловізійній зйомці осередку самонагрівання з температурою $66,9^{\circ}\text{C}$ становила $8,6 \text{ м/с}$ при зйомці осередку самонагрівання з температурою $41,3^{\circ}\text{C}$ - $8,9 \text{ м/с}$. Відносна вологість повітря в обох випадках складала 80%, температура - $+3^{\circ}\text{C}$.

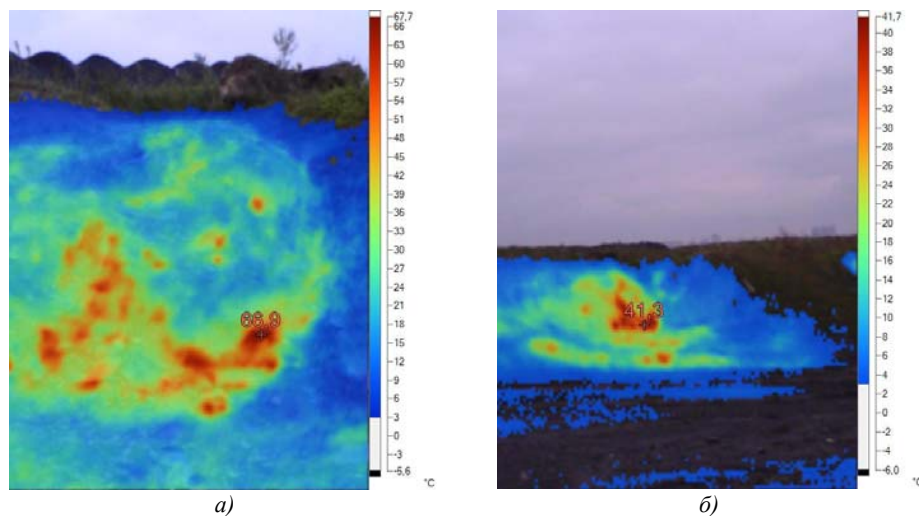


Рис. 2. Тепловізійна зйомка осередків самонагрівання з температурою $66,9^{\circ}\text{C}$ (а) та $41,3^{\circ}\text{C}$ (б) на північно-східній частині породного відвалу шахти ім. М.І. Калініна

Результати тепловізійної зйомки осередків самонагрівання на різних дистанціях наведені на рисунку 3.

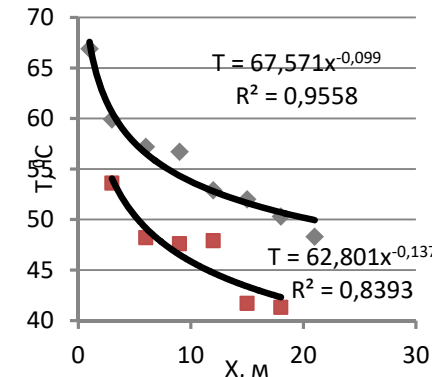


Рис. 3. Показники ($T, ^{\circ}\text{C}$) тепловізора при вимірюванні температури на дистанції ($x, \text{м}$) від джерела самонагрівання: \bullet - результати тепловізійної зйомки осередків самонагрівання з максимальною температурою поверхні, відповідно, $66,9$ та $41,3, ^{\circ}\text{C}$

Залежність температури від дистанції тепловізійної зйомки осередків самонагрівання (см. рис.3) описується рівняннями $T = 67,571x^{-0,099}$ і $T = 62,801x^{-0,137}$ з величинами достовірності апроксимації $R^2 = 0,8393$ та $R^2 = 0,9558$, тобто, розподіл температури по дистанції проходить за степеневим законом.

Основним зовнішнім фактором впливу на результати температурного контролю теплового стану породного відвалу при застосуванні дистанційних засобів контролю є турбулентність повітря. Крім того, зменшення температури зумовлене послабленням інфрачервоного випромінювання атмосферою, яке переважно залежить від явищ поглинання газами, що складають атмосферу та явищ ослаблення через розсіювання на частинках, при-

сутніх в атмосфері, молекулах або аерозолях.

При аналізі експериментальних даних та залежностей, що впливають на показники температурної зйомки, була використана одержана теоретично математична модель, яка дозволяє враховувати вплив зовнішніх факторів на параметри температурної зйомки при використанні дистанційних методів аналізу температурного стану [7].

Вплив зовнішніх факторів на параметри температурної зйомки при використанні дистанційних методів аналізу температурного стану можна описати рівнянням:

$$T(x) = \frac{T(x+r) + \sqrt{2T(x+r)^2 - 4(T(x+r)^2 - C_t r^2)}}{F}$$

де: C_t - структурна постійна пульсації температури атмосфери;

r - дистанція зйомки, м;

$T(x)$ - істинна температура об'єкта, $^{\circ}\text{C}$;

$T(x+r)$ - температура, одержана в результаті тепловізійної зйомки, $^{\circ}\text{C}$.

F - повний коефіцієнт пропускання атмосфери;

$$F = F_p * F_{H_2O} * F_{CO_2}$$

де F_p - розсіювання на частинках;

F_{H_2O} - поглинання інфрачервоного випромінювання водяною парою;

F_{CO_2} - поглинання інфрачервоного випромінювання діоксидом вуглецю.

При аналізі результатів тепловізійної зйомки введено величину ΔT , яка характеризує вплив зовнішніх факторів на величину інфрачервоного випромінювання:

$$\Delta T = T(x) / T(x+n)$$

де $T(x)$ - істинна температура об'єкта, $^{\circ}\text{C}$;

$T(x+n)$ – температура, одержана в результаті тепловізійної зйомки, $^{\circ}C$.

Розрахунок впливу зовнішніх факторів на результати тепловізійної зйомки осередків самонагрівання з температурами 66,9 та 41,3 $^{\circ}C$ при експериментальних дослідженнях був порівняний з впливом зовнішніх факторів при лабораторних дослідженнях (рис.4).

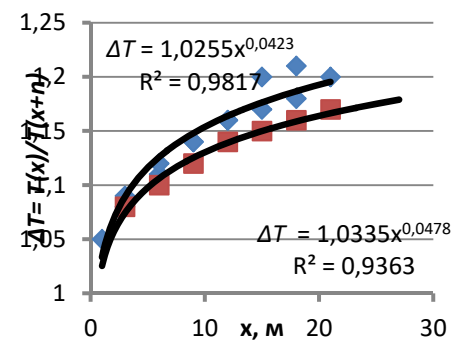


Рис. 4. Вплив зовнішніх факторів (ΔT) залежно від дистанції (x) зйомки: \bullet - за результатами тепловізійної зйомки в натурних і лабораторних умовах, відповідно

Лабораторні дослідження проводились в приміщенні за методикою досліджень. Тепловізійна зйомка об'єкта тепловиділення проводилась із збільшенням дистанції зйомки від 3 до 21 м з кроком 3 м, швидкості повітря 1,4 м/с та відносній вологості 62%.

На основі проведених експериментальних досліджень та розрахунку впливу зовнішніх факторів на інфрачервоне випромінювання можна зробити висновок, що величина впливу зовнішніх факторів при збільшенні дистанції тепловізійної зйомки збільшується за степеневим законом $\Delta T = 1,0255x^{0,0423}$ з величиною достовірності апроксимації: $R^2 = 0,9817$.

Величина впливу зовнішніх факторів, одержана з лабораторних досліджень, із збільшенням дистанції зйомки збільшується за степеневим законом $\Delta T = 1,0335x^{0,0478}$ з величиною достовірності апроксимації $R^2 = 0,9363$.

Розбіжність між лабораторними і натурними дослідженнями на перевищувала 2%, що дає можливість стверджувати про достатню збіжність достовірності закономірностей, які можуть бути покладені в основу методики виміру температури джерел самонагрівання та горіння.

Висновки. При аналізі даних експериментальних досліджень встановлено:

1. Проведені експериментальні дослідження якісно і з достатньою точністю кількісно співпадають з результатами лабораторних досліджень. При збільшенні дистанції тепловізійної зйомки значення величини впливу зовнішніх факторів збільшується за степеневим законом, а температура, яку реєструє тепловізор, зменшується.

2. Аналіз експериментальних даних підтверджує достовірність закладених в основу методики показників, що розробляють теоретичні передумови про вплив зовнішніх факторів на параметри тепловізійної зйомки. Підтверджено необхідність врахування впливу турбулентності повітря в приземному шарі атмосфери та пропуску інфрачервоного випромінювання

3. Теоретично обгрунтовані та експериментально підтверджені залежності величини впливу зовнішніх факторів від дистанції тепловізійної зйомки на показники зйомки, що дозволяє розробити методику оцінки теплового стану породних відвалів за допомогою дистанційних засобів контролю. Роз-

робка цієї методики дозволить ефективно виявляти і ліквідувати на початковій стадії самозаймання відвальної маси, зменшувати або повністю припиняти шкідливий вплив породного відвалу на навколишнє середовище шляхом гасіння вогнищ горіння (проекти їх гасіння розробляються за результатами температурної зйомки) з подальшим виконанням комплексу заходів щодо запобігання самозайман-

ня і поетапного озеленення поверхні породного відвалу.

4. Експериментально підтверджені такі що теоретично обгрунтовані залежності впливу зовнішніх факторів на показники тепловізійної зйомки дозволяють розробити методику оцінки теплового стану породних відвалів за допомогою дистанційних засобів контролю.

Література

1. С. В. Третьяков, Г. В. Аверин. Земля тревоги нашей. По материалам Доклада о состоянии окружающей природной среды в Донецкой области в 2009 году/ С. В. Третьяков, Г. В. Аверин - Донецк, 2010 -114 с.
2. Зборщик М. П., Осокин В. В. Горение пород угольных месторождений и их тушение/ М. П. Зборщик, В. В. Осокин - Донецк: ДонГТУ, 2000. — 180 с.
3. НПАОП 10.0-5.21-04 Інструкція із запобігання самозапалюванню, гасіння та розбирання породних відвалів. Затверджена Держнаглядохоронпраці України, наказ № 236 від 26.10.2004 р.
4. Ж. Госсорг. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение/ Ж. Госсорг. Пер. с французского Н.В. Васильченко – Москва: Мир, 1988. – 416 с., – ISBN 5-03-000915-9.
5. В.И. Татарский. Распространение волн в турбулентной атмосфере/ Татарский В.И. – Москва: «Наука», 1967 – 588 с.
6. Козырь Д.А. Оценка влияния ракурса съёмки на результаты тепловизионной съёмки очагов горения на породных отвалах. Труды Второго международного научно-практического семинара «Повховские научные чтения»/ Под общ.ред. Ступина А.Б.-Донецк: ДонУ, 2012.- 335 с.
7. Козир Д.О. Аналіз впливу зовнішніх факторів на результати температурного контролю теплового стану породних відвалів / Проблеми екології. - Донецьк: ДВНЗ „ДонНТУ”, 2013. - № 2 (32). – С.69 – 75.

УДК 504:620.9

ВІТРОЕНЕРГЕТИКА - ЦЕ МОЖЛИВІСТЬ ДЛЯ УКРАЇНИ ВИЙТИ З КРИЗИ

Лапшин Ю. С.¹, Машков О. А.¹,
Барановська В. С.¹, Голубцова Н. Ю.², Паріков Л. Є.³

¹Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ,
deabgd@mail.ru;
²СП «Ланко»
вул. Руставелі, 29, 01033, м. Київ

Продовження серії статей про новітні вітроенергетичні технології, які спільно розробляють працівники Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління Міністерства екології та природних ресурсів України, СП «Ланко» і Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Сутність таких технологій – використання енергії вітру великих висот (5 000 м) за допомогою повітряного «змія»-аеростата, а також запропоновано варіант леєрної багатоступінчастої вітроенергетичної установки, у верхніх сходах якої замість аеростатів функціонуватимуть (забезпечуючи підйомну силу) своєрідні етажерки, полицями яких будуть легкі конструкції (крила планера). Уперше, публікуються математичні теореми, що дозволяють визначити параметри леєру постійного перетину і дві формули, які допоможуть виконати розрахунки леєру рівномічного поперечного перетину. *Ключові слова:* леєр, «змія»-аеростат, вітросилова установка, система управління станом конструкції.

Ветроэнергетика - это возможность для Украины выйти из кризиса. Лапшин Ю.С., Машков О.А., Барановская В.Е., Голубцова Н.Ю., Париков Л.Е. Продолжение серии статей о новых ветроэнергетических технологиях, совместно разрабатываемых сотрудниками Государственной экологической академии последипломного образования и управления Министерства экологии и природных ресурсов Украины, СП «Ланко» и Кременчугского национального университета имени Михаила Остроградского. Сущность этих технологий - использование энергии ветра больших высот (5 000 м) с помощью воздушного «змея»-аэростата, а также леерной многоступенчатой ветроэнергетической установки, в верхних ступенях которой вместо аэростатов будут функционировать (обеспечивая подъемную силу) своеобразные этажерки, полками которых будут легкие конструкции (крылья планера). Впервые, публикуются математические теоремы, позволяющие определить параметры леера постоянного сечения, и две формулы, которые помогут выполнить расчеты леера равнопрочного поперечного сечения. *Ключевые слова:* леер, «змея»-аэростат, ветросиловые установка, система управления состоянием конструкции.

Wind power - it is an opportunity for Ukraine to overcome the crisis. Lapshin Y.S., Mashkov O.A., Baranovska V.E., Golubtsova N.Y., Parikov L.E. Continuing a series of articles about the new wind power technology jointly developed by employees of the State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, the joint venture "Lanco" and Kremenchuk university. The essence of these technologies - the use of wind energy at high altitudes (5000 m) via the air "snake" -aerostata and lifelines multi-stage wind power plant, in which the upper levels instead of balloons will operate (providing lift) original bookcases, shelves that will be easy design (the glider wings). For the first time, published mathematical theorem to determine the size lifelines constant cross-section, and

two formulas that will perform calculations lifelines equally strong cross-section. Keywords: Guard rails, "snake" -aerostat, wind power installation, the system state management structure.

Вступ

Ця праця продовжує серію статей про новітні вітроенергетичні технології, які спільно розробляють працівники Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління Міністерства екології та природних ресурсів України, СП «Ланко» і Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Сутність таких технологій – використання енергії вітру великих висот (5 000 м) за допомогою повітряного «змія»-аеростата.

Автори вважають, що енергетика України в подальшому має розвиватися переважно завдяки впровадженню технології отримання біогазу (анаеробне бродіння [1]) і освоєнню нових вітроенергетичних технологій. Щодо інших енергетичних джерел можна зазначити, що геліоенергетичний потенціал України незначний. Крім того, захоплення виробленням електроенергії за рахунок пустель (стрімкий розвиток геліоенергетики у світі, зокрема, і європейські проекти) може призвести до порушення теплового балансу планети Земля. Оскільки саме пустелі охолоджують земну кулю більшою мірою, ніж інші земні поверхні. Атомна енергетика має таку ж ваду (додатковий обігрів земної кулі) і, крім того, забруднює Землю. Мінуси енергетики, що ґрунтуються на спалюванні вихопних вуглеводнів, – загальновідомі.

Автори розглядають різні леєрні варіанти, про які йшлося в попередніх працях [2–10]. В останніх досліджено можливості конструкції, у якій раму з вітроколесами і генераторами підтримує на висоті аеростат регульованого обсягу. Аеростат суміщений з гнучким

крилом і, за достатньої сили вітру, працює в режимі гнучкого крила. За цієї умови легкий газ з аеростата перекачується в балон. Балон і компресор можуть бути на висоті або на земній поверхні. У іншому випадку легкий газ від аеростата до балона подається гнучким трубопроводом (рис. 1).

Доведено, що леєр постійного по всій його довжині перерізу завдовжки 5 км (для матеріалу з допустимою міцністю на розрив – 1500 кг/см² і питомою вагою 3 т/м³) може обірватися під дією власної ваги. А власна вага леєра рівномічного перерізу п'ятикілометрової довжини, який витримує навантаження 15 000 т, становитиме 25 650 т. Зважаючи на це зроблено висновок, що на сьогодні підкорення великих висот технічно недосяжне. Проте автори дійшли висновку щодо доцільності виконання подальших робіт, спрямованих на зменшення вартості конструкції, підвищення її надійності (продовження терміну служби) і безпеки шляхом побудови багатоступеневої конструкції. У першій частині цієї праці розглянуто один з можливих варіантів конструкції для вітросилової установки потужністю 1 ГВт. Однак розрахована вага матеріалу леєра (сталевий трос) – 168 тис. тонн, вартість якого \$ 504 млн, спонукала до пошуку способів здешевлення конструкції. Про це - в другій частині цієї публікації.

Частина 1. Розрахунок леєра з незмінною по його довжині площею поперечного перерізу

Розглянутий варіант електростанції великої потужності, дослідження якого відображено в [9]. Основну увагу, як і в [9], приділено теоретичному визна-

ченню параметрів леєра. Розглянуто електростанцію великої потужності з використанням енергії вітру великих висот, тому що виготовлення та встановлення малопотужних електростанцій такого типу не компенсує витрат, пов'язаних з територіальним обмеженням транспортних авіаційних коридорів. Основну увагу приділено визначенню параметрів леєра, оскільки його надійність за доступної вартості виготовлення визначає успіх пропонованого заходу.

Визначення параметрів леєра

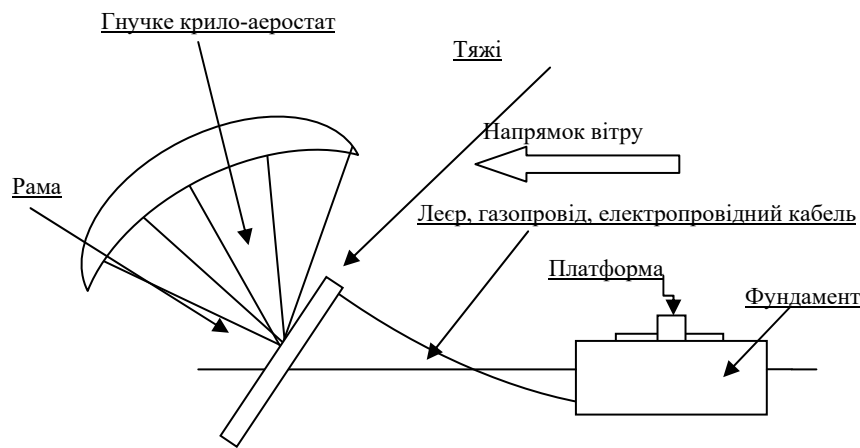
Теоретичні дослідження виконано на підставі таких припущень:

- $F/P \leq 0,3$, де F – сила тиску вітру на вузол, що забезпечує підйом, P – підйомна сила цього вузла,

- питома вага матеріалу леєра – 3 т/м^3 , допустима напруга на розрив цього матеріалу – 1500 кг/см^2 ,

- характеристики вітру: швидкість – 25 м/с , питома вага повітря – $0,8 \text{ кг/м}^3$,

- горизонтальний складник зусилля, що розриває леєр у точках приєднання до леєра кожного підйомного пристрою, дорівнює підйомній силі цього пристрою. Тобто тангенс кута нахилу дотичної до лінії леєра до горизонтальної площини в цій точці дорівнює 1. Потужність вітросилової установки – 1 ГВт , ККД використання енергії вітру – $0,2$.



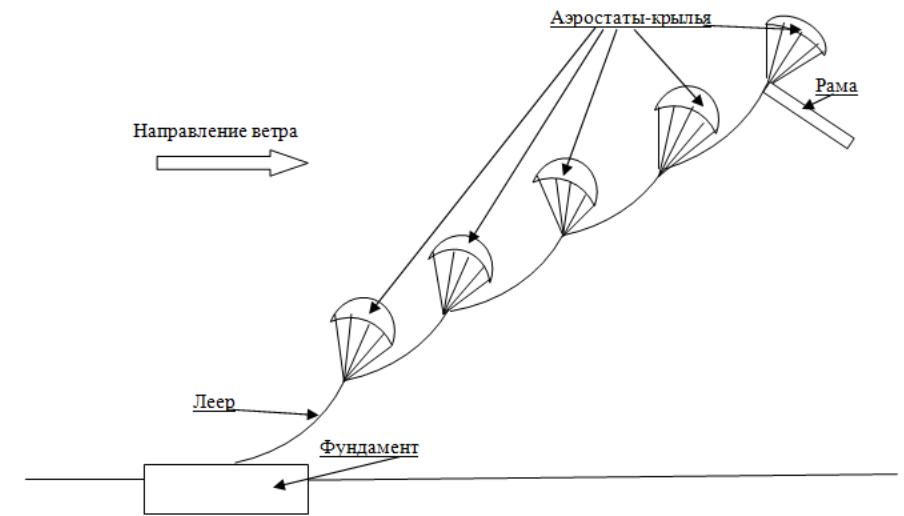
Мал. 1

Схему пропонованої конструкції подано на Мал. 2. Вона не відображає реальної природної картини, оскільки напрямок вітру на вертикалі такої висоти різний для різних висотних відміток, а іноді й (на приземних ділянках) протилежний напрямкові вітру верхніх шарів. Автори розглядають її тому, що вона відображає приклад

максимального навантаження на конструкцію. Визначаємо зусилля, котрі розривають леєр. Питому потужність нашого вітрового потоку M визначається виразом: $M = mV^2/2$, де m – маса повітря, що пройшла через 1 м^2 живого перерізу вітрового потоку за одиницю часу, V – швидкість вітру. У нашому випадку $M = 0,7 \cdot 253/19,62 =$

$557,46 \text{ кг/с} = 5,46 \text{ кВт}$. З урахуванням ККД вітроколів ($0,2$) одержуємо, що 1 м^2 перехопленого вітропотoku дозволяє отримати $1,09 \text{ кВт}$ електроенергії. Отже, для розв'язання такого завдання потрібно перехопити $0,917 \text{ км}^2$ живого перерізу вітру. Припустимо (в запас розрахунку), що при цьому у вітропотoku відбирається в $2,4$ рази більше енергії, ніж потрібно для її

(електроенергії) отримання, тобто 48% перехопленого повітряного потоку зупиняє система вітроколів. Імпульс сили дорівнює зміні кількості руху: $mV = F_p t$, де F_p – сила тиску вітру на раму з вітроколесами, t – час впливу цієї сили. Отримуємо для нашого випадку: $F_p = 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,917 \cdot 10^6 \cdot 625/9,81 = 20 \cdot 10^6 \text{ кг}$.



Мал. 2

Цей результат отримано за умови перпендикулярного розташування площини рами щодо напрямку вітру. Припустимо, що вага рами з обладнанням на ній становитиме 15 тис. тонн (15 кг на 1 кВт потужності).

Визначаємо зусилля, що розриває леєр. Питому потужність нашого вітрового потоку M обчислюємо за формулою $M = mV^2/2$, де m – маса повітря, що пройшла через 1 м^2 живого перерізу вітрового потоку за одиницю часу, V – швидкість вітру.

У нашому випадку $M = 0,8 \cdot 253 / 19,62 = 637 \text{ кг/с} = 6,246 \text{ кВт}$.

З урахуванням ККД вітроколів ($0,2$) 1 м^2 перехопленого вітропотoku дозволяє отримати $1,249 \text{ кВт}$ електроенергії. Отже, для розв'язання нашої задачі потрібно перехопити $0,8 \text{ км}^2$ живого перерізу вітру. Припустимо (у запас розрахування), що при цьому у вітропотoku відбирається в півтора рази більше енергії, ніж потрібно для її (електроенергії) отримання, тобто $0,3\%$ перехоплюваного повітряного потоку зупиняє система вітроколів.

Імпульс сили дорівнює зміні кількості руху: $mV = F_p t$, де F_p – сила тиску вітру на раму з вітроколесами, t – час

впливу цієї сили. Отримуємо для нашого випадку:

$F_p = 0,3 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 10^6 \cdot 625 / 9,81 = 12,23 \cdot 10^6$ кг. Цей результат отримано за умови перпендикулярного розташування площини рами щодо напрямку вітру. Під дією вітру рама буде відхилятися.

Мінімальне значення підйомної сили F_n , що виникає при цьому, (за умови збереження номінальної потужності) буде $F_n = (12230/5) \cdot \sin(\beta)$, де β – кут відхилення рами від вертикалі.

Будемо вважати, що така підйомна сила дорівнює вазі рами з розташованим на ній обладнанням. Але при цьому збільшиться в півтора рази розрахункове значення F_p . Для визначення горизонтального складника сили F_T , що розриває леєр у його верхній точці, використовуємо нашу передумову про рівність модулів горизонтального та вертикального складників, а також візьмемо гранично велике значення відношення $F/P = 0,3$. У результаті цих припущень маємо рівність:

$$F_p + 0,3P = P \quad (1.1)$$

Тобто $P = F_p / 0,7 = 12\,230 \cdot 1,5 / 0,7 = 26\,209$ т.

Отже, розрахункове зусилля, що розриває леєр у верхній його точці, визначаємо так: $\text{sqrt}(2 \cdot 262\,092) = 37\,065$ т. За взятих нами властивостей матеріалу леєра його (леєра) площа поперечного перерізу повинна бути $2,471$ м², тобто діаметр канату має бути $1,573$ м. Вага одного погонного метра леєра – $7,413$ т.

Визначимо вагу леєра на ділянці його вільного провисання, тобто між точками підвісу, беручи до уваги, що чинне вітрове навантаження на леєр незначне порівняно із запасами розрахунків, уже закладеними вище в нашу розрахункову схему. Отже, розглядає-

мо леєр рівномірного по довжині перерізу. Рівняння леєра має такий вигляд:

$$dF_y = \left(\eta \cdot S \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2} \right) dx \quad (1.2)$$

де: F_y – вертикальний складник сили розтягування леєра, η – питома вага матеріалу леєра, S – площа поперечного перерізу леєра, x і y , відповідно, горизонтальна і вертикальна декартові координати.

Беремо, що горизонтальний складник розтяжного зусилля – постійний і позначений символом F_0 . Вважаємо, що леєр являє собою абсолютно гнучку нитку. Отже:

$$\frac{F_y}{F_0} = \frac{dy}{dx} \quad (1.3)$$

Звідки:

$$\frac{dF_y}{dx} = F_0 \cdot y'' \quad (1.4)$$

Тоді рівняння нитки леєра набуває вигляду:

$$F_0 \cdot y' = \eta \cdot S \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2} \quad (1.5)$$

Позначивши $y' = Y(x)$ і $S/F_0 = p$, одержуємо:

$$Y' = p \sqrt{1 + Y^2} \quad (1.6)$$

У результаті інтегрування цього рівняння маємо:

$$\int \frac{dY}{\sqrt{1+Y^2}} = \ln(Y + \sqrt{1+Y^2}) + C \quad (1.7)$$

Отже,

$$\ln(y' + \sqrt{1+y'^2}) + C - px = 0 \quad (1.8)$$

Розташувавши початок координат у нижній точці провислої нитки леєра,

маємо в цій точці: $y' = 0$, $x = 0$. Звідки випливає, що $C = 0$. З (8) отримуємо:

$$Y' = \frac{e^{px} - e^{-px}}{2} \quad (1.9)$$

У результаті інтегрування маємо

$$Y' = \frac{e^{px} + e^{-px}}{2p} + C \quad (1.10)$$

Значення сталої інтегрування C визначаємо з умови, що x та y дорівнюють нулю, тобто $C = -1/p$. У результаті

$$Y = \frac{e^{px} + e^{-px}}{2p} - \frac{1}{p} \quad (1.11)$$

У нашому прикладі $p = 3 \cdot 2,471 / 26209 = 0,0002828$. $y = 3536 [(e^{0,0002828x} + e^{-0,0002828x}) / 2 - 1]$ м.

$y' = 0,5 (e^{0,0002828x} + e^{-0,0002828x})$.
Результати обчислення значень y' і y для десяти точок наведені в таблиці 1.

x, м	y, м	y'
1000	142,2720	0,28660
1500	322,8100	0,43700
2000	580,8220	0,59620
2500	921,1480	0,76738
3000	1350,000	0,95390
3100	1448,110	0,99330
3110	1458,064	0,99736
3120	1468,060	1,00136
4000	2514,120	1,38660
5000	4164,589	1,93460

Аналізуючи наведені в таблиці 1 дані, можна зробити висновок про потребу розв'язати (надалі) задачі оптимізації для визначення величин x і y' точок леєра, до яких будуть кріпитися аеростати, що підтримують леєр. Ми постулювали, що $y' = 1$ для верхньої точки верхнього ступеня і приз-

начили кількість ступенів – 5. У цьому випадку координати верхньої точки будуть: $x = 3119$ м, $y = 1467$ м. Для нижньої точки: $x = 1798$ м, $y = 467$ м, $y' = 0,44348577$. Отже, вага ділянки леєра від верхньої його точки до нижньої точки дорівнюватиме: $26209 \cdot (1 - 0,44348577) = 14\,585,68$ т.

А довжина цього відрізка леєра буде дорівнювати $14\,585,68 / 7,413 = 1967,58$ м.

Другу (зверху) ділянку будемо розглядати на підставі згаданих вище припущень. Вона отримала у спадок від першої ділянки зусилля, що підтримує леєр, величиною $26\,209 \cdot 0,44348577 = 11\,623,318$ т, і горизонтальний складник розтяжного зусилля $26\,209$ т.

Для того щоб зусилля, яке розриває леєр, у верхній точці було спрямоване під кутом 45 градусів до небосхилу, потрібно забезпечити додаткову підйомну силу F_d , яка визначається рівнянням $F_d + 11\,623,318 = 26\,209 + 0,3F_d$.

Звідки $F_d = 20836$ т. Саме така підйомна сила крила-аеростата в точці, що розділяє дві верхні ділянки леєра. Отже, горизонтальний складник зусилля, що розриває леєр, збільшується на $6\,250,8$ т, а зусилля, що розриває леєр, зростає на $\text{sqrt}(2) \cdot 6250 = 8839,9$ т, тобто становитиме $37\,065 + 8\,839,9 = 45\,904,9$ т.

Аналогічно для третьої, четвертої і п'ятої (нижньої) ділянок отримаємо значення ваги леєра, відповідно $29\,765$ т, $42\,522$ т, $60\,746$ т. Загальна вага леєра – становитиме $168\,454$ т. Реальний спосіб зменшити витрати на виготовлення леєра – це підвищення аеродинамічної якості крил-аеростатів. Якщо вантажопідйомність крила-аеростата буде в 10 разів перевищувати горизон-

тальний складник сили тиску вітру на це крило, то вага леєра зменшиться і на верхній ділянці становитиме 11 344 т, а на наступних відповідно 12 604, 14 004, 15 560 т і на найнижчій ділянці – 17 290 т. Загальна вага леєра – 70 802 т.

Очевидно, що на першій (знизу) ділянці ми маємо надлишкову підйомну силу, яка буде відривати леєр від фундаменту, намагаючись підняти останній.

Можна поставити завдання забезпечити нульове значення вертикального складника сили, яка відриває леєр від фундаменту, в точці з'єднання леєра з фундаментною плитою. За такої умови впливає, що в цій точці $y'=0$, а у верхній точці лінії леєра розглянутої ділянки $y = 1000$ м і $y' = F_{\text{л}} / (0,3F_{\text{л}} + 21\,379,0)$, де $F_{\text{л}}$ – вага леєра першої (знизу) ділянки леєра. Проте ми це питання не розглядаємо, зазначимо лише, що є потенційний резерв зменшення ваги леєра, величину якого можна визначити в результаті глибшого дослідження. На цьому етапі опрацювання питання автори, розглядаючи приклад розрахунків з інженерним запасом міцності, вважають факти технічної можливості виготовлення такого леєра і його працездатності доведеними.

Визначення матеріалу леєра

Закладені в цьому прикладі характеристики матеріалу леєра відповідають полімерним волокнам, міцнісні властивості яких погіршуються з часом. Тому автори рекомендують використовувати для виготовлення леєра сталеві канати (троси), які випускає вітчизняна промисловість. Зокрема, канат сталевий, оцинкований (ГОСТ -

DIN / ISO 7669-80) діаметром 16 мм, вага одного погонного кілометра якого дорівнює 1145,0 кг, а межа міцності (розривне зусилля) - не менш як 24 200 кг.

Частина 2. Визначення параметрів леєра рівномірного перерізу

Для визначення горизонтального складника сили, що розриває леєр у його верхній точці, візьмемо гранично велике значення відношення $F/P = 0,2$. У результаті цих припущень маємо рівність

$$F_p + 0,2P = F_r. \quad (2.1)$$

Тобто $F_r = 23\,000$ т.

Теоретичні дослідження виконано на підставі таких припущень: $F/P \leq 0,2$, де F – сила тиску вітру на вузол, що забезпечує підйом, P – підйомна сила цього вузла;

питома вага матеріалу леєра – $7,8$ т/м³, допустима напруга на розрив цього матеріалу – 4000 кг/см²;

характеристики вітру: швидкість – 25 м/с, питома вага повітря – $0,7$ кг/м³; потужність вітросилової установки – 1 ГВт за ККД використання енергії вітру – $0,4$.

Визначимо вагу леєра на ділянці його вільного провисання, тобто між точками підвісу, вважаючи, що чинне на леєр власне вітрове навантаження мале порівняно із запасами розрахунків, закладеними вище в нашу розрахункову схему.

Виведення рівняння осьової лінії леєра

Умова рівної міцності в кожному поперечному перерізі леєра виражається такою залежністю:

$$F = S\sigma, \quad (2.2)$$

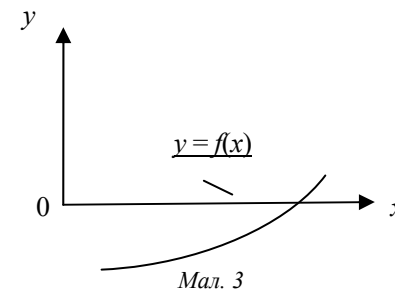
де F – розривне зусилля, σ – допустима напруга, S – площа поперечного перерізу леєра. Вважаємо леєр гнучкою ниткою, рівняння якої $y = f(x)$. Схематично графік цієї функції подано на рис. 3. Граничні умови на початку координат x, y і y' дорівнюють нулю, горизонтальний складник F дорівнює сумарному вітровому навантаженню і позначений символом F_0 . Вертикальний складник сили F , яку ми позначимо символом F_y , на початку координат дорівнює нулю.

З умови гнучкості нитки випливає:

$$F_y/F_0 = dy/dx, \quad (2.3)$$

звідки

$$\frac{dF_y}{dx} = F_0 \cdot y'', \quad (2.4)$$



Розглянемо елементарну ділянку леєра завдовжки dl .

$$dl = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2} = \sqrt{1 + (y')^2} dx \quad (2.5)$$

З формули (2.2) випливає

$$dF = \sigma dS. \quad (2.6)$$

Припустимо, що сила тиску вітру на леєр мала порівняно із запасом міцності, який забезпечує наше припущення про перевищення сили тиску на раму над силою, яка зумовлює вироблення електроенергії, (співвідношення 2,4). На цій підставі бічний тиск вітру на леєр не враховуємо. Тобто горизонтальний складник сили F

незмінний на всій ділянці і дорівнює F_0 . Вертикальний складник сили F зміниться в межах елементарної ділянки на величину, що дорівнює вазі цієї елементарної ділянки леєра. А таке прирощення ваги елементарної ділянки можна вважати рівним:

$$dF_y = \gamma S dl = \gamma S \sqrt{1 + (dy')^2} dx, \quad (2.7)$$

де γ – питома вага матеріалу леєра.

$$F = \sqrt{(F_0)^2 + (F_y)^2}, \quad (2.8)$$

Отже, з (2.6) і (2.8) маємо

$$\sigma dS = \frac{F_y F_y'}{\sqrt{(F_0)^2 + (F_y)^2}} dx \quad (2.9)$$

Звідки

$$\sigma dS = \frac{y' F_y'}{\sqrt{1 + (y')^2}} dx. \quad (2.10)$$

З (2.7) і (2.10) випливає

$$\sigma dS = \gamma S dy. \quad (2.11)$$

У результаті розділення змінних та інтегрування маємо

$$\ln(S) = \frac{\gamma}{\sigma} y + C. \quad (2.12)$$

Якщо $y = 0$, то $S = S_0$. Тож, $C = \ln(S_0)$.

Отже, параметри леєра визначає рівняння

$$\ln\left(\frac{S}{S_0}\right) = \frac{\gamma}{\sigma} y \quad (2.13)$$

Це рівняння можна подати в такій формі:

$$\frac{S}{S_0} = e^{\frac{\gamma}{\sigma} y}. \quad (2.14)$$

Враховуючи, що

$$\frac{S}{S_0} = \sqrt{1 + (y')^2}, \quad (2.15)$$

отримуємо диференціальне рівняння осьової лінії леєра в такому вигляді:

$$\sqrt{1 + (y')^2} = e^{\frac{\gamma}{\sigma} y} \quad (2.16)$$

Це рівняння із змінними.

$$y' = \sqrt{e^{2\frac{\gamma}{\sigma} y} - 1}. \quad (2.17)$$

$$dy/\sqrt{e^{2\frac{\gamma}{\sigma} y} - 1} = dx. \quad (2.18)$$

Але ми не будемо його інтегрувати, оскільки для наших практичних

цілей більш зручними стають його еквіваленти – (13) і (17).

Визначення параметрів леєра (приклад)

Горизонтальний складник розтягнутого зусилля у верхній точці першої (зверху) ділянки леєра дорівнює 23 000 т. Зважаючи гнучкість леєра і наших припущень щодо слпбкості вітрового навантаження, що безпосередньо діє на леєр, маємо: $S_0 = 23\ 000\ \text{т}/40\ 000\ \text{т}/\text{м}^2 = 0,575\ \text{м}^2$. Результати розрахувань для визначення різних варіантів верхнього ступеня леєра зведено в таблицю 1. Читач може здивуватися. Дійсно, той факт, що для двоступінчатої конструкції в нашому прикладі отримано негативний ефект, який може тільки збільшуватися зі збільшенням кількості ступенів. Ми говоримо про те, що в одноступінчатій конструкції заввишки 5000 м вага леєра становить 56 472 т. А сумарна вага леєра двох ділянок конструкції 2500-метрової висоти дорівнює 59 108 т. У цьому випадку виявилася вада конструкції, спричинена малим значенням y' з наближенням лінії леєра до початку координат. Недолік можна прибрати конструктивним рішенням. Визначимо ділянку леєра відповідної висоти, яка має меншу вагу, тобто визначимо мінімум функції:

$$F_y = F_0 \left(\sqrt{e^{2\frac{y}{\sigma}(H+y)} - 1} - \sqrt{e^{2\frac{y}{\sigma}y} - 1} \right), \quad (2.19)$$

де H – висота розглянутої ділянки леєра. Прирівнюючи нулю значення першої похідної правої частини останнього рівняння по y і розв'язуючи отримане рівняння відносно y , одержуємо значення y , відповідне нижній точці ділянки леєра заввишки H :

$$y = \frac{\sigma}{2y} \ln \left(1 + \frac{1}{e^{\frac{2yH}{\sigma}}} \right). \quad (2.20)$$

Для $H = 5000$ м отримуємо, що $y = 1061,477$ м. При цьому вага леєра становитиме 54 915 т, тобто зменшиться на 1557 т. Але зусилля на утримання леєра треба довести до 71 386 т, що навряд чи доцільно. Інакша справа з багатоступеневим леєром. Для леєра, що складається з двох ступенів (висота H кожного із ступенів дорівнює 2500 м), довжина відкинutoї нижньої ділянки (визначена за формулою (2.20)) дорівнює 820,6335 м. Зусилля, потрібне для утримання цієї ділянки леєра в робочому стані (F_y), становитиме 37 440,5 т. Вага верхньої ділянки леєра буде дорівнювати 23 323,837 т. Крім того, нижня ділянка леєра (нижній щабель) успадкує від верхньої ділянки підйомне зусилля величиною 14 125,67 т.

Виконані авторами теоретичні дослідження засвідчили, що найкращі показники щодо мінімального приросту ваги леєра на одиницю підйому має точка, у якій

$$y = \frac{\sigma}{2y} \ln(2), \quad (2.21) \\ \text{а } y' = 1.$$

Додаткові пропозиції

Отримані результати нашою думкою, що треба теоретично дослідити такий варіант леєрної багатоступінчатої вітроенергетичної установки, у верхніх щаблях якої замість аеростатів будуть функціонувати (забезпечуючи підйомну силу) своєрідні етажерки, полицями яких будуть легкі конструкції, що, за своєю сутністю, є крилами планера. Ці конструкції (маючи малу вагу і хорошу аеродинамічну властивість) буде приводити до робочого стану і підтримувати в оптимальному стані вертолітна система, яка

отримує електроживлення (спочатку) від наземного джерела, а в робочому стані – від власної електросистеми. У процесі приведення установки в робочий стан (і виведення з нього) генератори рами працюють у режимі електродвигунів від наземного джерела живлення, забезпечуючи підйом або м'яку посадку. Слід перевірити ефективність рами, що містить вузли із шарнірним кріпленням окремих ланок.

Висновок

Доведено технічні переваги леєра рівномірного перерізу перед леєром з постійним по довжині перерізом. Перспективи очевидні, але належить виконати величезний обсяг теоретичних і практичних досліджень. І варто зазначити, що розвиток такого напрямку енергетики допоможе Україні в боротьбі за її енергетичну незалежність.

Література

1. Виробництво газу метану і біодобрив з відходів тваринництва і рослинництва Biogazust.blogspot.com
2. Ардашов С.А. Лапшин Ю.С. Аналіз вітроенергетики України і виявлення перспектив її розвитку. Матер. XI Міжнар. Науково-технічна конфер. «Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та опти мізації» КрНУ ім. М. Остроградського. Кременчук. 2013.
3. Лапшин Ю.С., Степаненко В.Н., Клецов В.В., Юрченко / В.М.; . Авторское свидетельство СССР № 1000583. Ветроэлектростанция. / заяв. 18.11.1981, опубл. 28.02.1983, Бюл. №8.
4. . Авторское свидетельство СССР № 1164458. Устройство для отклонения ветрового потока. / Лапшин Ю.С., Тромщинская Т.Г.; заявл. 28.05.1982, опубл. 30.06.1985, Бюл. № 24
5. . Лапшин Ю.С. Ардашов С.А. Безбашенная ветроэнергетическая установка. Вестник КрНУ им. М. Остроградского. Выпуск 3, Кременчег. 2013.
6. Лапшин Ю.С. Ардашов С.А. об увеличении производительности гидроэлектростанций за счет перекачки воды из нижнего бьефа в верхний бьеф водохранилищ ветросиловыми установками Вестник КрНУ им. М. Остроградского. Выпуск 5, Кременчег. 2013
7. Лапшин Ю.С., Лихачев О.К., Голубцова Н.Ю., Милецкая С.А. Ветроэнергетическая установка.; Авторское свидетельство СССР № 1021805. Роспатент RU (11) 2045683 (13) С1 (51) 6 F03D11/00 заявл 07.07.1992, опубл. 10.10.1995
8. Лапшин Ю.С. Устройство для отклонения ветрового потока. / ; заяв. 12.09.1980, опубл. 07.06.1983, Бюл. № 21
9. Лапшин Ю.С. К вопросу об эффективности ветроэнергетических технологий, Н.Ж. Екологічні науки, №6, 2014.
10. Лапшин Ю.С. О эффективности леерных ветроэнергетических технологий, Н.Ж. Екологічні науки, №7, 2015.

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ НОВОГО ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ПРОЦЕССА ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ РЕЗЕРВУАРОВ ХРАНЕНИЯ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Ларин А.Н., Гарбуз С.В., Ковалёв А.А.

Национальный университет гражданской обороны Украины
ул.Чернышевского 94, 61000, г. Харьков
mralexkovalev@gmail.com

На примере резервуара РВС-5000 показана экологическая опасность процесса его дегазации, рассчитаны концентрации вредных веществ (углеводородов) в атмосферном воздухе для действующего в Украине способа дегазации на всех его стадиях. На примере международного опыта обоснована необходимость внедрения установок улавливания паров углеводородов, для эффективной эксплуатации которых предложен новый, эжекторно-вихревой способ принудительной вентиляции резервуаров. *Ключевые слова:* дегазация резервуаров, принудительная вентиляция, вредные вещества, экологическая опасность, способ дегазации.

До питання створення нового екологічно безпечного процесу 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, розраховано концентрації шкідливих речовин (вуглеводнів) в атмосферному повітрі для діючого в Україні способу дегазації на всіх його стадіях. На прикладі міжнародного досвіду обґрунтовано необхідність впровадження установок уловлювання парів вуглеводнів, для ефективної експлуатації яких запропоновано новий, ежекторний-вихревий спосіб примусової вентиляції резервуарів. *Ключові слова:* дегазація резервуарів, примусова вентиляція, шкідливі речовини, екологічна небезпека, спосіб дегазації.

For creation issues new environmentally friendly process of forced ventilation of light oil storage tanks. Larin A., Garbuz C., 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. For example, international experience shows the necessity the introduction of hydrocarbon vapor recovery systems, for the effective operation of which offer a new ejector-vortex method of forced ventilation of tanks. *Keywords:* degassing tank, forced ventilation, harmful substances, environmental safety, method of decontamination.

Введение

Ежегодно Украина потребляет более 20 млн т нефти и продуктов её переработки [1], что предполагает содержание достаточно большого резервуарного парка страны. Установ-

лено, что на 1 тонну добываемой или перерабатываемой нефти необходимый объем хранения должен составлять 0,4-0,5 м³ [2].

Для надёжной и безопасной эксплуатации резервуаров хранения нефтепродуктов, согласно действующим в

Украине правилами технической эксплуатации резервуаров хранения нефтепродуктов и руководством по их ремонту [3], резервуары выводятся из эксплуатации для проведения плановых, внеплановых, капитальных ремонтных работ и периодической очистки. Металлические резервуары подвергаются периодической зачистке по срокам:

- 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;

• 2 раза в год или 1 раз 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, которые вызывают негативные последствия:

- пары углеводородов высокотоксичны и оказывают отравляющее действие на организм человека и прилегающие экосистемы;
- пары углеводородов легковоспламеняемы, 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.

Анализ последних достижений и публикаций

В Украине дегазация резервуаров хранения светлых нефтепродуктов в большинстве случаев осуществляется путём принудительной вентиляции внутреннего газового пространства. По действующим в Украине правилам проведения дегазации резервуаров [5] при выбросе газозвушной смеси из резервуара наибольшая концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы (C_m) не должна превышать максимальной разовой допустимой концентрации C_m ПДК, которая составляет 5 мг/м³. 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 – естественная вентиляция с открытым световым люком;
- 2-я – естественная вентиляция с 2 открытыми световыми люками;
- 3-я – принудительная вентиляция с подачей воздуха 3000 м³/ч;
- 4-я – принудительная вентиляция с подачей воздуха 5000 м³/ч;
- 5-я – принудительная вентиляция с подачей воздуха 10000 м³/ч;

• 6-я – принудительная вентиляция с подачей воздуха 40000 м³/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.

Несмотря на отсутствие залпового выброса вредных веществ (углеводородов) в атмосферный воздух, опасность для здоровья человека и прилегающих экосистем обусловлена продолжительным временем воздействия относительно малых выбросов, учёт которых обязателен при оценке экологической опасности дегазации, например, в Европейском союзе (ЕС), где согласно директиве 94/63/ЕС введены нормативы на улавливание паров углеводородов. К 2000 году все АЗС, а к 2004 г. все резервуарные парки нефтебаз, 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 в этих странах 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 одинаковых 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 адсорбируется встречным потоком подходящего жидкого абсорбента 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 выводу 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.

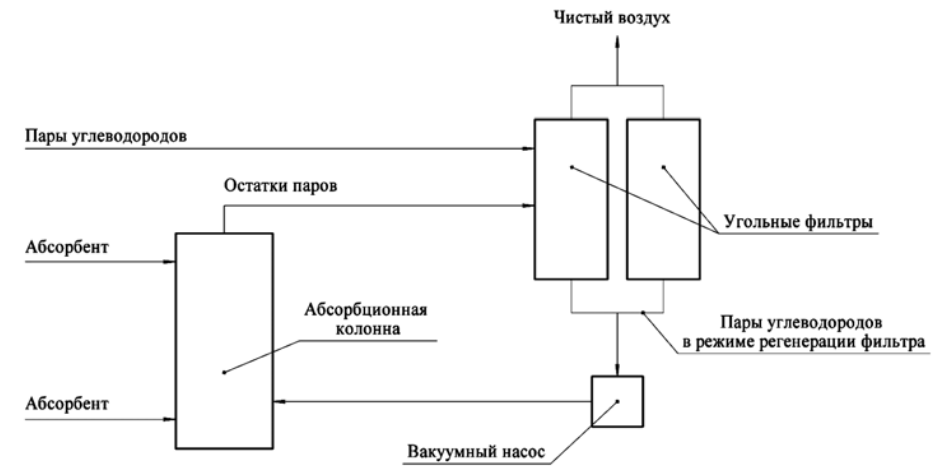


Рис. 1 Технологическая схема углеродно-вакуумной адсорбции

2. Углеродно-вакуумное конденсирование под давлением (CVPC по классификации ЕС) – технологически представляет ту же углеродно-вакуумную адсорбцию (CVA), дополненную узлом циркуляции и компрессии абсорбента внутри установки (рис 2.). Используется при отсутствии

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.

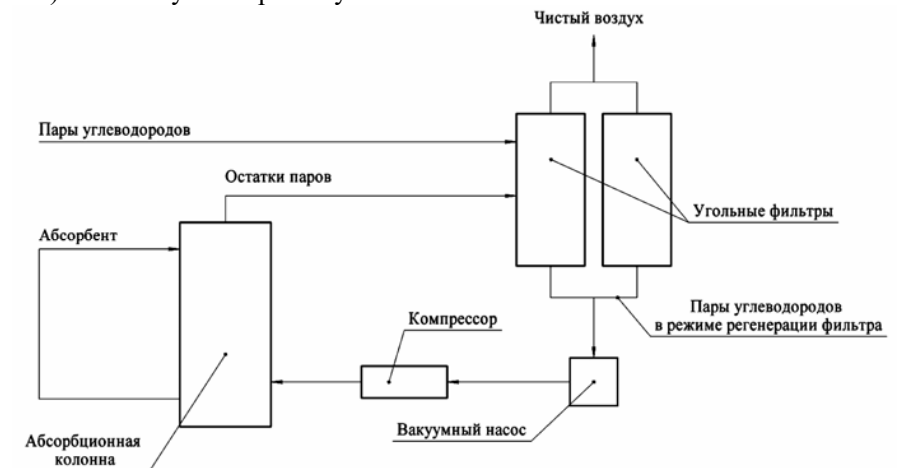


Рис. 2 Технологическая схема углеродно-вакуумного конденсирования под давлением

3. Холодная жидкая абсорбция (CLA по классификации ЕС) – двухступенчатый процесс атмосферной

абсорбции (рис 3.). На первом этапе пары направляются в абсорбционную колонну, где они адсорбируются пото-

ком холодного керосина. Не абсорбированные пары остаются в верхней части колонны, а смесь абсорбированных/конденсированных углеводородов и обогащенный керосин перекачиваются в головную технологическую часть установки. Обогащенный керосин предварительно подогревается и направляется в десорбционную колонну.

Очищенный керосин возвращается в абсорбционную колонну. Десорбируемые углеводороды высвобождаются через верхнюю часть десорбера, охлаждаются и направляются в абсорбционную колонну второй ступени, где в качестве абсорбента используется сырая нефть.

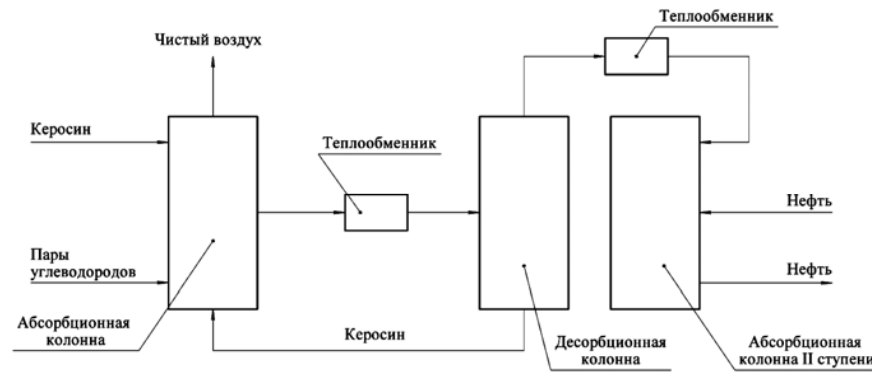


Рис. 3 Технологическая схема холодной жидкой абсорбции

4. Мембранная фильтрация путём разделения паровоздушной смеси на алеофобных мембранах, обладающих определенной селективностью (рис 4.). При поступлении углеводородных паров на установку первой стадией является их компрессия. После этого смесь попадает в конденсатор, где происходит её частичная конденсация, перекачивается в сепаратор, где отделяется от конденсированного продукта и после сепаратора сразу же возвращается из установки в резервуар хранения. Оставшаяся часть ПВС проходит через мембрану, которая улавливает большую часть углеводородов. После прохождения мембраны чистый воздух выводится в атмосферу, а часть ПВС в виде загущенного пермеата возвращается в резервуар, где конденсация происходит естествен-

ным путем и абсорбентом является продуктом, находящийся в резервуарах.

Для повышения экологической и пожарной безопасности процесса дегазации резервуаров также существуют способы проведения дегазации с подачей во внутреннее пространство резервуара инертных газов [10] и способы с применением различных схем подачи и отведения воздуха [11,12].

Постановка задачи и её решение

Для повышения экологической безопасности процесса дегазации резервуаров необходимо определить экологическую опасность существующего способа проведения дегазации резервуаров и разработать технические решения и рекомендации, направленные

ные на снижение уровня экологической опасности дегазации путём

использования системы улавливания паров углеводородов.

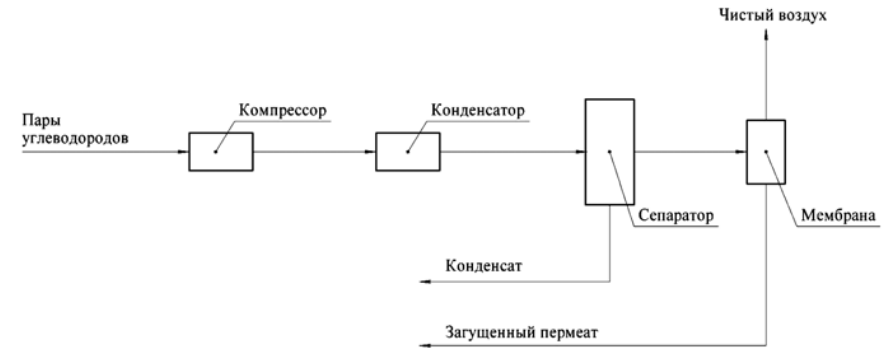


Рис. 4 Технологическая схема мембранной фильтрации

Для определения степени негативного экологического воздействия и основных технологических параметров существующего способа принудительной вентиляции резервуаров для хранения светлых нефтепродуктов, был создан экспериментальный стенд (ЭС) геометрически подобный резер-

вуару РВС-5000 объемом 5000 м³ [13], схема которого представлена на рис. 5.

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

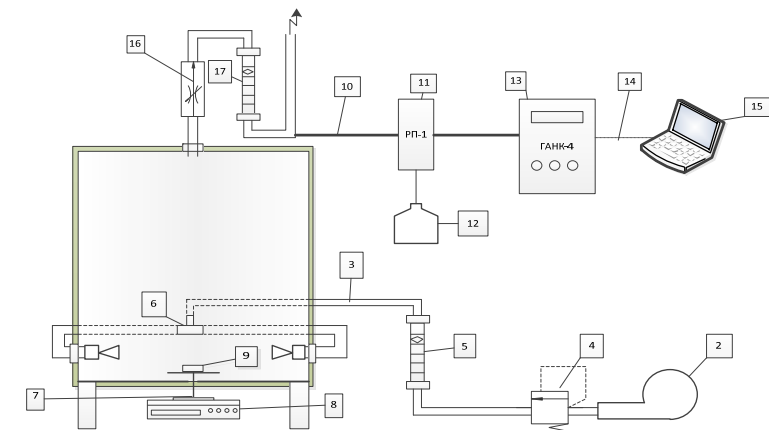


Рис. 5 Принципиальная схема экспериментальной установки

- 1 – экспериментальный резервуар; 2 – воздуходувка (вентилятор); 3 – линии подачи воздуха; 4 – клапан сброса избыточного давления воздуха; 5 – ротаметр; 6 – тройник; 7 – штатив; 8 – электронные весы «AND EK-1200i»; 9 – емкость с нефтепродуктом; 10 – поливиниловые трубки для отбора проб на газовый анализ; 11 – разбавитель (РП-1); 12 – сорбционный фильтр (ФС-1); 13 – газоанализатор универсальный «ГАНК-4»; 14 – кабель для подключения к ПЭВМ; 15 – ПЭВМ; 16 – регулируемая заслонка на линии удаления паров (имитация фильтра); 17 – ротаметр; 18 – воздушные эжекторы,

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

Таблица 1

Исходные расчётные данные и результаты эксперимента в 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 ³					
Концентрация паров нефтепродуктов до начала вентиляции C ₁ (C>0,5 НПВ)	300 г/м ³	100 г/м ³	50 г/м ³	10 г/м ³	5 г/м ³	0,3 г/м ³
Концентрация паров нефтепродуктов после вентиляции C ₂	100 г/м ³	50 г/м ³	10 г/м ³	5 г/м ³	0,3 г/м ³	0,1 г/м ³
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 ³ /ч	1000 м ³ /ч	3000 м ³ /ч	5000 м ³ /ч	10000 м ³ /ч	40000 м ³ /ч
	0,14 м ³ /с	0,28 м ³ /с	0,83 м ³ /с	1,4 м ³ /с	2,8 м ³ /с	11,1 м ³ /с
Скорость выхода газовой среды v	5,6 м/с	5,6 м/с	16,8 м/с	28 м/с	50 м/с	50 м/с

Расчет продолжительности каждого этапа вентиляции осуществляется по формуле [14]:

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

где: V - вместимость резервуара (5000 м³); q - производительность вентиляции м³/ч; C₁, C₂, г/м³ - концентрация паров нефтепродуктов до и после вентиляции;

η - коэффициент учитывающий условия выхода газовой смеси.

Коэффициент η для каждого этапа вентиляции определяется по формуле:

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

где: q - производительность вентиляции; v - скорость выхода газовой смеси.

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

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

где: V - вместимость резервуара (5000 м³); q - производительность вентиляции м³/ч; C₁, C₂, г/м³ - концентрация паров нефтепродуктов до и после вентиляции;

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

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

где: M - количество нефтепродук-

тов, удаляемых в атмосферу на каждом этапе вентиляции; τ - продолжительность этапа вентиляции.

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

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 η	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

Результаты выполненных расчетов показывают значительную экологическую опасность существующего процесса дегазации резервуаров для здоровья человека и прилегающих 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 представляется возможным из-за наличия аэродинамического сопротивления (перепада давлений) в данных 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 заключается в следующем.

1. 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 (рис 6).

2. Для создания постоянной подвижности воздуха во внутреннем пространстве резервуара, а также для 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.

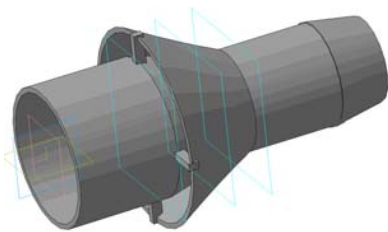


Рис 6. Воздушный эжектор

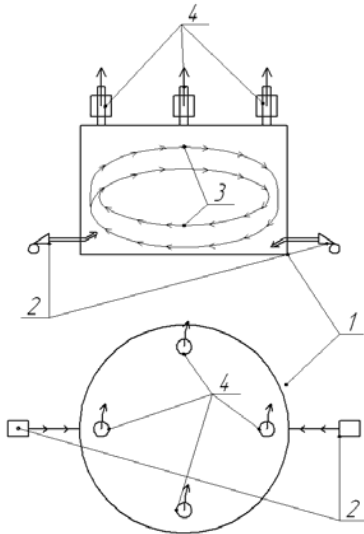


Рис. 7 Принципиальная схема эжекторно-вихревого способа подачи приточного воздуха во внутреннее пространство резервуара 1 – резервуар; 2 – ветродульный агрегат; 3 – тип воздушных потоков внутри резервуара; 4 – система фильтрации исходящего воздуха

Эффективность дегазации резервуаров оценивается временем, за которое концентрация паров углеводородов во внутреннем пространстве резервуара достигает требуемого значения, обычно 2 мг/м^3 . Поэтому время дегазации является общепризнанным критерием технико-экономической эффективности.

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

$$\frac{m_i}{m} = \frac{m_i}{m_{\text{ж}}} \quad (5)$$

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

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

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

1. существующий способ подачи и отведения воздуха;

2. существующий способ подачи воздуха, дополненный фильтрующей системой и исключающий 1 и 2 стадии естественной вентиляции;

3. эжекторно-вихревой способ подачи воздуха, с отведением паровоз-

душной смеси через фильтрующую 1 и 2 стадии естественной вентиляции. систему, при этом также исключается

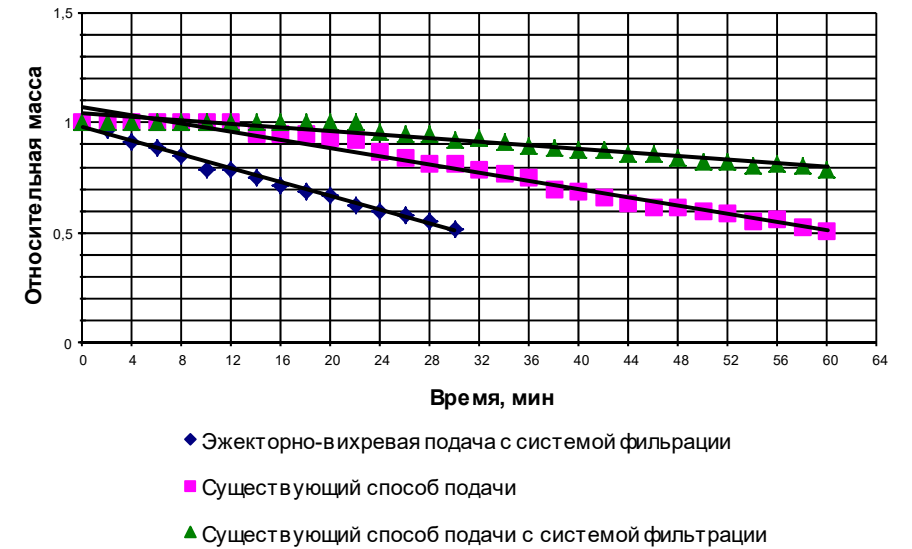


Рис. 8. Зависимость потери массы воды при исследуемых схемах подачи приточного воздуха

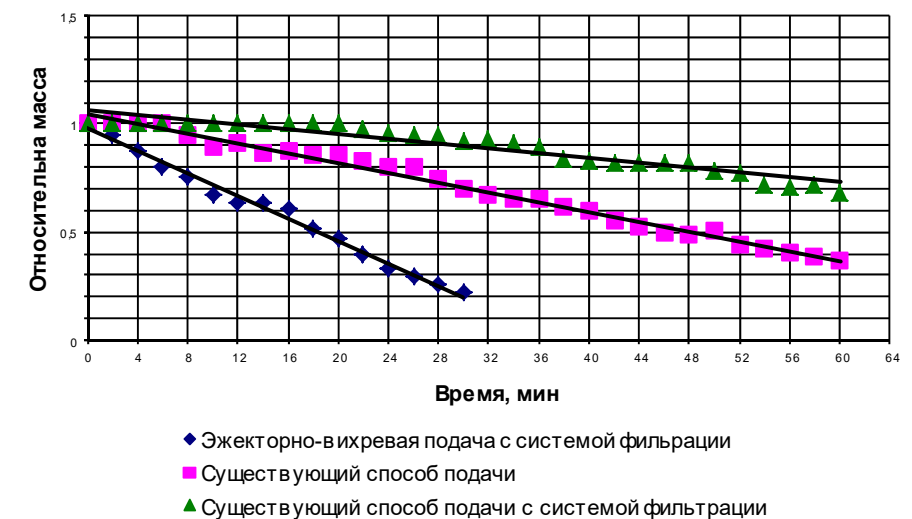


Рис. 9. Зависимость потери массы толуола при исследуемых схемах подачи приточного воздуха

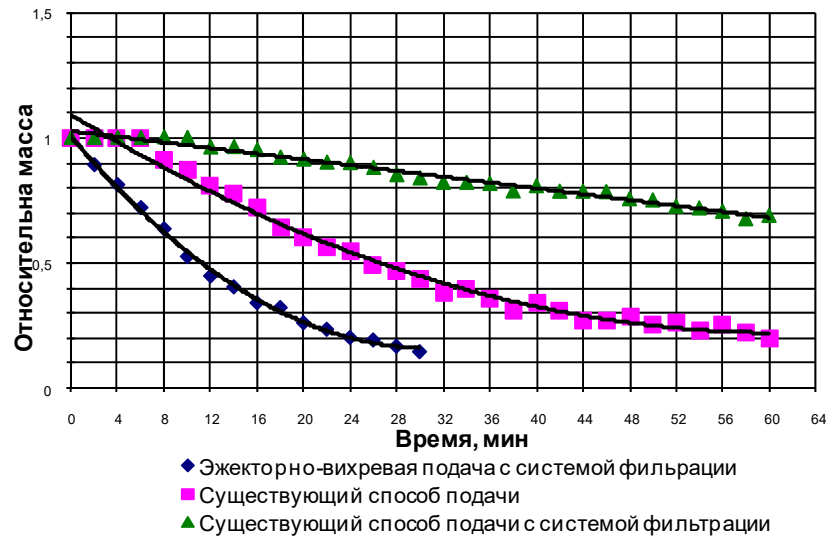


Рис. 10 Зависимость потери массы бензина АИ-92 при исследуемых схемах подачи приточного воздуха

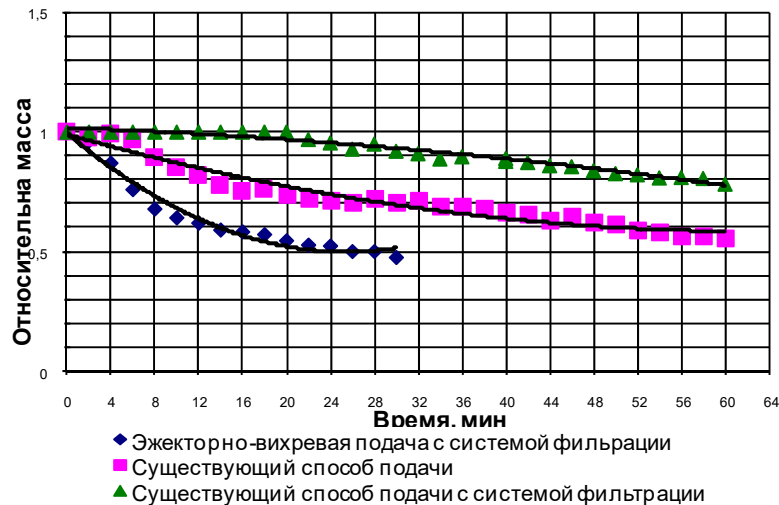


Рис. 11 Зависимость потери массы дизельного топлива при исследуемых схемах подачи приточного воздуха

Система фильтрации паров углеводородов была смоделирована регулируемой шиберной задвижкой, создающей перепад давлений на линии отведения паровоздушной смеси в 250

Па. При проведении эксперимента в 17 мерных емкостей, равномерно расположенных на дне ЭС, заливали равный объем исследуемой жидкости (50 мл.). Затем резервуар закрывали и в

его пространство подавали приточный воздух от вентилятора. При помощи секундомера засекали промежуток времени (60 мин.), по истечению которого подачу приточного воздуха прекращалась, емкости накрывались специальными крышками, устанавливали на весы и взвешивались. При вычитании из массы емкости, взвешенной до начала опыта, массу емкости, взвешенной после его завершения, устанавливали массу жидкости, оставшуюся в емкости, и массу жидкости, испарившуюся 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, а зави-

симость изменения относительных значений потерь масс является линейной для однокомпонентных жидкостей и нелинейной для многокомпонентных жидкостей.

Выводы

1. Для повышения экологической безопасности дегазации резервуаров обоснована необходимость применения фильтрующих систем при дегазации резервуаров.

2. Разработан экспериментальный стенд, геометрически подобный промышленному резервуару РСВ-5000, который позволил оценить экологическую опасность процесса принудительной вентиляции, а также изучить закономерности процесса вентиляции резервуаров с остатками нефтепродуктов.

3. 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. — Изд. офиц. – К. 2014. – 600 с.
2. Ларионов В.И. Оценка и обеспечение безопасности объектов хранения и транспортировки углеводородного сырья [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. — Изд. офиц. — 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 [Текст] Утв.. Госкомнефтепродуктом СССР 10.11.89. — Изд. офиц. — 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. Гос. комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 04.08.86. — Изд. офиц. – 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.

УДК 504.052

ЗНИЖЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ОДЕРЖАННІ ЕНЕРГІЇ

Гошовський С. В.¹, Зур'ян О. В.²

¹д-р техн. наук, професор, Український державний геологорозвідувальний інститут (УКРДГРІ), 04114 м. Київ, вул. Автозаводська, 78, e-mail: ukrdgr@ukrdgr.gov.ua

²Український державний геологорозвідувальний інститут (УКРДГРІ), 04114 м. Київ, вул. Автозаводська, 78, e-mail: alexey_zuryan@ukr.net

Визначено актуальність дослідження, та доведено, що зниження техногенного навантаження на довкілля при одержанні енергії можливо шляхом підвищення енергоефективності, енергозбереження та використання відновлювальних джерел енергії. Проведено аналіз переваг використання відновлювальних джерел енергії в порівнянні з традиційними. Визначені недоліки відновлювальної енергетики. Наведені відновлювальні джерела енергії і системи перетворення енергії у яких є переваги в порівнянні з іншими. Доведено, що ефективними є системи які поєднують в своїй структурі декілька джерел енергії в тому числі відновлювальних, та мають модульну систему, що змінюється в залежності від умов експлуатації. **Ключові слова:** екологічна безпека, техногенне навантаження, довкілля, енергетичні системи, альтернативна енергетика, відновлювальні джерела енергії.

Снижение техногенной нагрузки на окружающей среды при получении энергии. Сергей Владимирович Гошовский, Алексей Владимирович Зурьян. Украинский государственный геологоразведочный институт (УКРДГРИ), г. Киев, Украина. Определена актуальность исследования, и обосновано, что снижение техногенной нагрузки на окружающую среду при получении энергии возможно путем повышения энергоэффективности, энергосбережения и использования возобновляемых источников энергии. Доведены преимущества использования возобновляемых источников энергии по сравнению с традиционными. Определены недостатки возобновляемой энергетики. Приведены возобновляемые источники энергии и системы преобразования энергии, которые имеют преимущества по сравнению с другими. Доказано, что эффективными являются системы которые используют в своей структуре несколько источников энергии в том числе возобновляемых и имеют модульную структуру, которая может меняться в зависимости от условий эксплуатации.

Reduction of technogenic loading on the environment when obtaining energy. Sergii Goshovskyi, Oleksii Zurian. Ukrainian State Geological Research Institute (UKRSGRI), Kiev, Ukraine. Proved, that the reduction man-caused load on the environment upon receipt of energy is possible by increasing energy efficiency, energy conservation and harnessing of renewable resources. Proved the benefits of using renewable energy sources in comparison with traditional. Identified renewable energy deficiencies. Is described the renewable power sources and energy conversion systems that have advantages over the other. It is proved to be effective systems that are used in structure several energy sources including renewable and have a modular structure, which can vary depending on operating conditions.

Вступ

Запаси традиційних вуглеводнів, таких як нафти, газу, вугілля зовсім

не нескінченні, а використання їх пов'язане з негативним впливом на екосистему. Одним з питань сього-

дення, що найбільш гостро стоїть перед світовим суспільством і потребують нагального вирішення є питання забезпечення екологічної безпеки. Суспільство не може продовжувати розвиватися традиційним, шляхом, який характеризується нерациональним використанням природних ресурсів і прогресуючим негативним впливом на навколишнє середовище.

Все більше приділяється уваги науковим пошукам нових джерел енергії, які могли б взяти на себе хоча б частину ресурсу щодо забезпечення людства енергією та зменшення техногенного навантаження на довкілля.

22 квітня Україною в штаб – квартирі ООН в Нью-Йорку підписана Паризька угода, яка замінює Кіотський протокол, та діятиме з 2020 року. Угода має за мету утримати підвищення середньої температури в світі в межах 2 °C і спробувати скоротити його до 1,5 °C. Враховуючи євроінтеграційні наміри України, нашої державі необхідно забезпечити стабільне скорочення енергоспоживання у довгостроковій перспективі. Одним з варіантів такої цілі може бути скорочення загального постачання первинної енергії в Україні на 20% до 2050 року порівняно з 2014 роком, в першу чергу - за рахунок підвищення енергоефективності, енергозбереження та використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Це дозволить Україні виконати ціль щодо скорочення викидів парникових газів та сприяти досягненню глобальної цілі щодо недопущення збільшення температури на Землі більш ніж на 2°C до 2100 року.

Таким чином насущна нагальна необхідність переходу на відновлювальні джерела енергії (сонячна радіація, вітер, течія річок, морські хвилі, течії і припливи, глибинне тепло землі і тепло морів і океану, біопаливо тощо). Все це вимагає створення відповідних нових технологій і нових наукових розробок.

Аналіз досліджень та публікацій.

В Україні склалася вкрай нераціональна структура природокористування, яка є наслідком нагромадження за багато десятиріч структурних деформацій господарства, домінування ресурсо- та енерго-містких технологій, переважне використання невідновлювальних природних ресурсів, сировинної орієнтації експорту, надмірної концентрації виробництва в окремих регіонах держави. Нинішня структура економіки в цілому залишається неефективною та екологічно небезпечною. Енергомісткість валового внутрішнього продукту залишається високою. Перебудова економіки відбувається в основному як нерегульований, з точки зору сталості, процес. [11].

Екологічним аспектам глобалізації та її співвідношенню із концепцією сталого розвитку присвячено наукові праці сучасних українських науковців: О. Білоруса, І. Вахович, А. Гальчинського, З. Герасимчук, Н. Піскулової, Е. Семенюка, Н. Стукало, Т. Туниці, С. Циганова. Ціннісно-світоглядні та культурологічні аспекти переходу до стійкого розвитку розглянуто у роботах Т.Д. Гайворона, Л.С. Гордіної, В.Г. Горшкова, Д.С. Єрмакова. Науково-теоретичні про-

блеми переходу країн до сталого розвитку аналізували В.І. Данилов-Данильян, Ю.Г. Дем'яненко, М.М. Моїсєєв, Р.А. Перелет, А.І. Субетто. Базові засади управління розвитком досліджували І.К. Бистряков, В.М. Гриньова, Л.І. Антошкіна, О.І. Ковтун та інші.

Основні загальні концепції екологічної безпеки викладені в роботах М.Ф.Реймерса, В.І.Данілова-Данільяна, К.Ф.Фролова, В.О.Бокова, А.О.Бикова, Р.М.Кларка, М.Н.Моїсєєва та інших вчених. В останній час поглиблюються та деталізуються знання з різних наукових напрямків: техніко-економічного (Б.В.Данилишин, О.М.Трофімчук, А.Г.Шапар, Є.О.Яковлев, В.О.Лозанский, І.А.Шеренков, А.В.Гриценко, І.П.Крайнов, В.М.Шестопапов, М.С.Мальований, А.Б. Горстко), природничого (Г.О.Білявський, Г.І.Рудько, В.Ю.Некос, І.В.Черваньов, В.І.Осіпов, О.Л.Розгін, Є.С.Дзекцер, А.Б.Качинський, Є.О.Яковлев, О.М.Адаменко, В.Я.Шевчук, В.М.Шестопапов, В.А.Котляревський, А.В.Забегаєва, А.В.Лущик, Я.М.Семчук). Екологічна безпека держави розглядається як складова національної безпеки (А.Б.Качинський, В.О.Косовцев та інші).

Виходячи з визначення сталого розвитку, як такого розвитку суспільства, в якому задоволення потреб теперішніх поколінь не повинно ставити під загрозу можливості майбутніх поколінь задовольняти свої потреби, метою сталого розвитку є забезпечення високої якості життя нинішнього і майбутніх поколінь на основі збалансованого розв'язання проблем соціально-економічного розвитку, збереження навколишнього

природного середовища, раціонального використання та відтворення природно-ресурсного потенціалу держави. Основні ідеї сталого розвитку співзвучні культурі і світоглядним цінностям українського народу, в історії і традиціях якого завжди було бережне відношення до землі, води, природи взагалі. [11].

Питання ефективного використання як традиційних так і альтернативних енергоресурсів вивчалось багатьма вітчизняними та закордонними економістами. Серед них: О. Борщ, Й. Гольм-Нільсен, О. Гаганов, М. Григорьев, Е. Гутнік, М. Волков, П. Іваненко, Ю. Каранов, В. Клименко, А. Лоза, М. Малік, Т. Новацький, В. Перебийніс, В. Руда, П. Саблук, В. Федорейко, М. Михайлов та ін.

Відновлювальні джерела – невичерпні, а це, в свою чергу, гарантує стабільність, енергетичну та екологічну безпеку. Сьогодні з певністю можна сказати, що перші кроки на цьому шляху вже зроблено. Але вони ще досить повільні. Наразі недостатньо науково обґрунтованої матеріально-технічної бази для виготовлення пристроїв перетворення альтернативної енергії на електричну або теплову. Актуально стоять питання удосконалення існуючих пристроїв, уніфікації системних модулів, розробки методик проектування енергетичних комплексів та дослідження енергоефективності вже існуючих.

Актуальність дослідження.

Відновлювана енергетика в Україні ґрунтується переважно на імпортованому обладнанні, ефективність використання якого в умовах України не завжди є оптимальною. Аналіз

існуючих систем показує, що вони переслідують ціль економії первинних енергоресурсів, але не завжди дані системи адаптовані для умов експлуатації в широтах України, а методи їх розрахунку відповідають нашим кліматичним умовам.

Незначна увага приділяється системам, які б використовували декілька джерел енергії, у тому числі альтернативних, і мали модульну структуру, що змінюється залежно від умов роботи системи, забезпечуючи тим самим економію та збереження первинних енергоресурсів.

Актуальним залишається питання систематизації досліджень в цій області, створення методики і розробки нових методологічних підходів до формування системи пошуку необхідних типів нетрадиційних джерел енергії, методології оптимального їх розміщення, способів визначення потреби в тих чи інших типах джерел енергії і т. п.

Крім того, виникає ряд нових, які раніше не ставилися, завдань по забезпеченню надійності гібридних систем при істотній варіативності параметрів природних носіїв енергії. Без вирішення цих завдань побудова енергетичних комплексів стає нездійсненною у зв'язку з різким зростанням витрат, викликаних прийняттям неоптимальних рішень.

Таким чином, дослідження в сфері зниження техногенного навантаження на довкілля при одержанні енергії, а саме мінімізації витрат первинних енергоресурсів та ефективного використання альтернативних джерел енергії в процесі постачання енергоносіїв споживачу шляхом розробки нових систем та пристроїв що використовують відновлювальну

енергію, а особливо які мають модульну та змінювану структуру, необхідні і своєчасні.

Виклад основного матеріалу

Рівень споживання нафтопродуктів набуває дедалі глобальнішого та інтенсивнішого характеру, особливо враховуючи політичну нестабільність у світі. А відтак, зростає об'єктивна необхідність не лише у інтенсивній економії нафтопродуктів, а й у пошуку нових методів заощадження коштів на купівлю та використання енергоресурсів. Слід відмітити, що існуючі методи економії енергії є досить різноманітними, проте, на жаль, їх застосування не приносить очікуваних результатів та неспроможне суттєво скоротити залежність країн від імпорту газу та нафтопродуктів. В країнах ЄС доля твердого палива в енергобалансі первинних джерел енергії знизиться з 27,3% до 16,7%. Зменшиться й споживання нафти з 37,9 до 35,3%. Проте, очікується зростання частки споживання газу серед країн ЄС з 17,9 до 25,7%. При цьому частка ВДЕ в енергобалансі зростає з 4,6 до 12,0% [20]. Приведені дані спонукають до загального висновку:

- традиційні джерела енергії наближаються до незворотного виснаження, що в свою чергу призводить до їх подорожчання;

- ВДЕ (вітроенергетика, сонячна енергетика, малі ГЕС, вироблення біопалива із органічної сировини власного виробництва) навпаки збільшать свою питому вагу в енергобалансі в країнах ЄС [18].

Такий розподіл є обґрунтованим, тому, що історія розвитку суспільст-

ва – це, без перебільшення, й історія енергетики, причому першими джерелами енергії для людини були саме відновлювані джерела енергії – мускульна сила тварин, вітер, річки, припливи. Значно пізніше, але у постійно зростаючих обсягах, людство почало використовувати запаси накопиченої природою за мільйони років енергії в вугіллі, нафті і газу, а ще пізніше – енергії ядерного палива. Саме ці джерела називають сьогодні традиційними (ТДЕ), або первинними (ПЕР) [12].

Зупинімося на тій частині проблеми, яка пов'язана з енергогенераційними установками: електростанціями (ТЕС, ГЕС, й АЕС), опалювальними та опалювально-виробничими котельними – головними джерелами енергопостачання. Узагальнюючи впливи енергетичних об'єктів на біосферу, можна виділити кілька груп найважливіших взаємодій [15].

Ось найголовніші з них:

- водоспоживання і водовикористання, що зумовлює зміни в природному балансі водного середовища;

- осідання на поверхні води твердих викидів з атмосфери, викликаних продуктами згорання органічного палива;

- випадання в атмосферу кислот і кислотних залишків, металів і їхніх сполук, канцерогенних речовин у вигляді твердих частинок і рідких розчинів;

- викидання безпосередньо на поверхню суші й води продуктів спалювання твердого палива (зола, шлаки);

- викидання на поверхню води й суші рідкого і твердого палива під

час транспортування, переробки, перевантаження;

- викидання твердих і рідких радіоактивних відходів, що характеризуються умовами їхнього розповсюдження в гідро й літосфері;

- викидання теплоти, наслідком чого можуть бути: постійне локальне підвищення температури, тимчасове підвищення температури, змінення умов зимового гідрологічного режиму, паводків, зміна в розподілах опадів, випаровувань, туманів;

- зміна ландшафту внаслідок спорудження різномірних енергетичних об'єктів.

На пай традиційної енергетики припадає не менше 30 % всіх викидів в атмосферу, зокрема від загальної кількості: 30 % твердих речовин, 63 % сірчистого ангідриду та 57 % оксидів азоту. У Донецькій області – 30 % всіх викидів в атмосферу, у Дніпропетровській – 24 %, у Луганській – 18 %, у Запорізькій – 49 %, у Харківській – 58 %, в Івано-Франківській – 73 %, у Київській – 67 %, у Вінницькій – 71 %. ТЕЦ чорної металургії, хімічної промисловості та цукрових заводів поставляють також 49 % викидів у Донецькій області, до 70 % у Дніпропетровській і до 85 % у Криму. У цих умовах надзвичайно важливою є інтеграція енергетики й екології, взаємозв'язок екологічних аспектів енергетики та енергетичних аспектів екології [15].

Таким чином зростаюче техногенне навантаження на навколишнє природне середовище та загострення у зв'язку з цим проблеми екологічної безпеки вимагає кардинальної зміни політики у цій сфері та забезпечення збалансованого розвитку економіки, енергетики і екології. Вирішення

вказаної проблеми можливе за рахунок оптимізації структури енергетичного балансу держави та її регіонів, у якому якомога більшу частку мають становити енергоносії, отримані з екологічно безпечних джерел енергії [8].

Одним з напрямків науково технічного прогресу, є використання альтернативних джерел енергії.

Проблематика використання альтернативної енергії висвітлена в роботах провідних вітчизняних вчених, а саме С.О. Кудрі, І.В. Бондаренко, Г.Б. Варламова, І.А. Вольчина, А.К. Шиндловського, В.Ф. Шинкаренка та ін.

Для детального розгляду альтернативних джерел енергії нами було розроблено класифікацію всіх первинних джерел енергії з урахуванням екологічної складової [6]. В основу класифікації первинних джерел енергії були взяті положення Законів України «Про альтернативні джерела енергії» і «Про альтернативні види палива» [9], [10]. Згідно з прийнятими в цих законах визначеннями до альтернативних джерел енергії віднесено нетрадиційні і відновлювані джерела енергії. Відповідно до визначеної класифікації відновлювані джерела енергії розділено на дві групи. Першу групу складають джерела енергії гідропоходження (гідроенергія, геотермальна енергія, енергія хвиль і припливів та інші види гідроресурсних джерел), а другу групу складають джерела енергії, до яких має відношення сонце, (сонячна енергія, вітрова енергія, енергія біомаси і водень).

Відновлювані або невичерпні енергоресурси – потоки енергії, що постійно або періодично діють у навко-

лишньому середовищі. У цілому усі енергетичні потоки відновлюваних джерел енергії розділяються на дві основні групи:

- пряма енергія сонячного - випромінювання;

- вторинні прояви енергії сонячного випромінювання у вигляді енергії вітру, гідроенергії, теплової енергії навколишнього середовища, енергія біомаси та ін. [13].

Основною перевагою використання відновлюваних енергоресурсів є їх невичерпність та екологічна чистота, що сприяє поліпшенню екологічного стану довкілля і не призводить до зміни енергетичного балансу на планеті. При використанні відновлюваних джерел енергії відпадає необхідність у видобуванні, переробці, збагаченні та транспортуванні палива, знімається проблема утилізації або захоронення шкідливих відходів традиційних енергетичних виробництв [13].

Характерно, що саме до цих потоків енергії і пристосовані всі фізичні й біологічні процеси на планеті, в тому числі живий і рослинний світ. Використання людьми частини цих потоків енергії не призводить до порушення балансу енергії на планеті, тоді як спалювання будь-якої кількості традиційного палива (вугілля, нафти чи газу) додає до енергетичного балансу Землі додаткову теплову енергію разом із супутнім хімічним забрудненням. Ця принципова і важлива відмінність між принципами використання поновлюваної і невідновлюваної енергії [12].

Відновлювані джерела енергії в Україні досить добре вивчені та описані, проте досить важко визначити їх економічний потенціал. У 2001

році групою українських вчених на вимогу Державного комітету України з енергозбереження створено вичерпний Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України. В Атласі представлена інформація щодо територіального розподілу різних відновлюваних джерел енергії та розрахунки їх фізичного, технічного та економічного потенціалу [1]. Атлас показує, що Україна володіє досить великим потенціалом всіх видів ВДЕ, дає загальну картину наявного використання ВДЕ та рекомендації для подальшого розвитку. Наприклад, рекомендується використовувати плоскі сонячні колектори, тоді як фокусуючі колектори можуть використовуватись у південних регіонах України. Спорудження вітрових електростанцій вважається доцільним переважно на узбережжях Азовського та Чорного морів та в Карпатах, де середня річна швидкість вітру перевищує 5 м/с. В Атласі аналізується потенціал малих річок, різних видів біомаси, ресурсів геотермальної та нетрадиційної енергії. Існують також й інші оцінки потенціалу відновлюваних джерел. Наприклад, Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України надрукував у 2002 році детальне дослідження, що оцінює загальний технічний потенціал відходів деревини у 86,3 ТВт·год/рік або 10,6 млн. т. у.п. (7,4 млн. т. н.е.) на рік. Зараз експерти з інституту також включили до енергетичного потенціалу біомаси в Україні рідкі біопалива, енергетичні культури та паливні брикети, та оцінюють його у 281 ТВт·год/рік або 24,2 млн т у.п. (16,9 млн. т. н.е.) на рік [4].

Прийнята Енергетична стратегія України на період до 2030 року оцінює річний технічний потенціал відновлюваних джерел, відходів та нетрадиційних джерел енергії приблизно у 79 млн. т. у. п. При цьому споживання ВДЕ прогнозується у 18,3 млн. т. у. п. у 2030 (6% від загального споживання енергії). Науково-технічний центр „Біомаса” спільно з неурядовими організаціями розробив альтернативну стратегію для розвитку ВДЕ до 2030 року. Відповідно до неї частка ВДЕ становитиме 16,5% від загального енергоспоживання або 39,2 млн. т. у. п. у 2030 [4].

За оцінками Агентства з відновлюваної енергетики, щорічне використання відновлюваних джерел може зрости до близько 100 ТВт·год у 2030 р. та перевищити 200 ТВт·год у 2050 р., що дозволить Україні замінити близько 22 млн. т. у. п./рік вихідного та ядерного палива у 2030 р. (7,3% всього енергопостачання) та біля 42 млн. т. у. п./рік у 2050 р. [5].

Аналіз сучасних технологій і технічних засобів для одержання екологічно чистої енергії в умовах України доводить, що серед пріоритетних видів ВДЕ, які вже в дійсний час можуть успішно розвиватись, можна назвати біоенергетику, вітрову, малу гідроенергетику, сонячну та геотермальну енергетику.

Ці джерела енергії мають такі переваги у порівнянні з традиційними [12]:

- вони практично невичерпні, тому що весь час поновлюються від своїх першоджерел;
- не забруднюють навколишнє середовище тепловими та хімічними викидами;

• під час їх використання відпадає необхідність у добуванні, переробці та транспортуванні первинних енергоносіїв – вугілля, нафти, газу;

• відпадає необхідність використовувати у великих обсягах воду для охолодження в теплоенергоустановках, збирати та транспортувати попелові відходи, продукти розпаду і горіння;

• значно скорочується кількість обслуговуючого персоналу;

• ці джерела енергії максимально наближені до місць їх споживання, тому відпадає необхідність у транспортуванні енергії (за винятком електричної) на далекі відстані.

При великій кількості переваг альтернативної енергетики, не слід забувати і про наявність певних недоліків.

Так, вітрові електростанції створюють шум високої частоти, тому потребують великих земельних ділянок для свого розміщення, а також заважають близьким населеним пунктам. Також негативним впливом вітрової енергетики є генератори вітроподвигунів, що обертаються зі швидкістю близько 30 обертів за секунду. Це близько до частоти синхронізації телебачення. Тому такі вітроподвигуни можуть заважати прийому телевізійних передач на відстані до 1,6 кілометрів.

Недоліком малої гідроенергетики є затоплення територій, усихання малих річок, а при неправильному місці планування встановлення дамби або греблі можуть відбутися зміна екосистем і втрата біорізноманіття, насамперед, іхтіофауни річок.

Недоліком при використанні біопалива із біомаси є те що для заправки одного автомобіля протягом року,

необхідно приблизно 1500 літрів ріпакової олії, а це ділянка землі з футбольне поле при урожайності ріпаку до 3000 кг/га [3].

Незважаючи на гадану простоту і доступність використання геотермальної енергії, яка видобувається у вигляді води або пару, тобто безпосередньо у вигляді теплоти [16], технічна та екологічна реалізація такого способу отримання енергії, є складною науково-технічною проблемою. Негативні екологічні впливи геотермальної енергетики на навколишнє середовище можуть полягати в зміні рівня ґрунтових вод, можливих викидів газів (метан, водень, азот, аміак, сірководень), забрудненні підземних вод і водоносних шарів, а також у зміні температурних полів підземних горизонтів і ін. [14].

Для використання сонячної енергії необхідно відведення великих площ землі під будівництво сонячних електростанцій. Фотоелементи які використовують для виготовлення сонячних батарей містять отруйні речовини, такі як свинець, кадмій, галій, миш'як тощо, це не стосується сонячних колекторів для нагріву води.

Але разом з тим у сонячної енергетики є переваги в порівнянні з іншими видами відновлювальних джерел енергії полягають в наступному [12]:

- не потребує енергоресурсів;
- не забруднює довкілля;
- забезпечує автономність постачання енергії (дуже зручно для індивідуального споживача);
- більшість сонячних енергоустановок потребують мінімальних експлуатаційних витрат.

Питання використання та перетворення сонячної енергії сонячної енергії висвітлені в працях вітчизняних науковців: Резцов В.Ф. Швець, Є. Я. Бондаренко Д.В., Боярчук В.М. Антонов Ю.М. Чапаєв Д.М. Литовченко В.Г. Махатіло К.В. Лисенко Л.І. та інші.

У підсумку необхідно відзначити, що більшість небажаних наслідків, які викликані використанням сонячних систем, мають місцевий характер і їх можна частково уникнути при точному додержуванні правил експлуатації, дотримання техніки безпеки та удосконаленні техніки та технологій перетворення сонячної енергії. А саме використанню моделей з пристроями, що запобігають виникненню режиму стагнації, принципово нового підходу до конструкцій сонячних концентраторів та систем наведення на джерело сонячного випромінювання, розробки нових моделей екологічно безпечних теплоносіїв.

Значну перспективу має використання низькопотенційної енергії доквілля перетвореної до високопотенційної за допомогою теплових насосів.

Здатність теплового насоса брати енергію з довкілля вигідно відрізняє його від інших теплогенераторів, які всі свої теплові втрати разом із продуктами згорання скидають в атмосферу.

В екологічному аспекті позитивна сторона теплонасосних установок (ТНУ) полягає, по-перше, у відсутності процесу горіння і супутнього забруднення атмосфери; по-друге, в утилізації теплових відходів виробництва, що є важливим напрямом захисту біосфери від теплового за-

бруднення. ТНУ сприяють одночасному розв'язанню трьох найважливіших проблем: енергозбереження, охорони довкілля, економії і поліпшення умов роботи теплоенергетичних виробництв [15].

Як показує досвід теплові насоси є одним з найперспективніших видів обладнання для створення систем тепло та холодопостачання завдяки можливості використання теплоти навколишнього середовища [16], [2]. Як джерело, вони використовують природну відновлювану низькопотенційну теплову енергію навколишнього середовища. Як джерело може бути вода, повітря, ґрунт, стічні води, вентиляційне повітря та інші енергоносії, температура яких знаходиться в межах від 4 до 12 °С.

Теплові насоси виконують екологічну функцію, оскільки спалювати паливо для виробництва тепла не потрібно. А використання альтернативних джерел енергії не завжди вигідне і не виправдовує себе (наприклад, сонячна енергія дуже дорога і має низку надійності). Що стосується джерел низькопотенційної енергії, то вони різноманітні і знаходяться всюди, головне навчитися їх застосовувати. На даний час використовується незначна їх кількість, що пов'язано з необхідністю розробки нового устаткування або перекваліфікацією старого для можливості відбору і використання низькопотенційної енергії [21].

Енергетична доцільність використання теплонасосних технологій доводиться як багатьма науковими дослідженнями так і досвідом експлуатації мільйонів теплонасосних установок в багатьох країнах світу.

Результати досліджень систем теплопостачання на базі теплонасосних установок (ТНУ) приведені в роботах В.А. Міхельсона, В.С. Мартиновського, Д.П. Гохштейна, Л.М. Розенфельда, Е.Я. Соколова, Л.А. Шубенка, В.М. Бродянского, Е.І. Янговського, Е.Г. Братути, С.А. Горожанкіна, О.Ш. Везирішвілі, С.І. Ткаченка, Л.А. Огуречнікова, О.П. Остапенка, О.В. Камінського, Д.Х. Харлампіди, Ю.В. Проценка, Л.Б. Зиміна, Н.М. Фіалко, В.А. Зісіна.

Широко висвітлені питання використання теплонасосних систем з ґрунтовими акумуляторами теплоти та існуючі методи розрахунків технічних, експлуатаційних та економічних параметрів цих систем в роботах таких вчених, як Басок Б.І., Беляєва Т.Г., Драганов Б.Х., Забарний Г.М., Маслокова З.В., Морозов Ю.П., Накорчевський А.І., Недбайло А.М., Хворов М.М., Шурчков А.В. Безродний М. К., Притула Н. О. та інших дослідників.

На сучасному етапі першочерговим завданням є створення і впровадження комбінованих енергосистем в різних кліматичних зонах України, з використанням розроблених вітчизняними фахівцями рекомендацій, проведенням натурних досліджень, напрацювання та отримання конкретних результатів з метою визначення оптимальних технічних показників і режимів роботи енергетичних пристроїв, які входять в склад комплексних енергетичних систем (КЕС).

На сьогоднішній день особливий інтерес має впровадження декількох відновлювальних екологічно чистих джерел енергії, серед яких найбільш перспективними є енергія сонця і породи (ґрунту) в комплексній аль-

тернативній системі енергопостачання (КАСЕ), реалізованій на основі теплонасосного циклу [21].

Теплонасосна установка використовується в цій схемі для опалення будівель зимою і охолодження їх у літній час. Використання енергії, що відводиться від породного масиву за допомогою породних теплообмінників і підведення її до випарника теплового насоса дозволяє підвищити коефіцієнт перетворення енергії теплового насоса. Це збільшує ефективність і надійність роботи всієї системи комплексного альтернативного постачання.

У порівнянні з традиційними геліосистемами теплопостачання, про конструктивні особливості і ефективність роботи яких на деяких географічних широтах існують теоретичні і експериментальні дані [7], породні геліосистеми теплопостачання вивчені явно недостатньо. Це відноситься до процесів теплообміну в низькотемпературних ґрунтових теплообмінниках, вибору їх конструкції, глибини розташування під землею, розподіленню температурного поля в породі до, в процесі і після тривалої експлуатації системи.

Ці ж проблеми існують і при створенні більш складних енергетичних систем, які використовують декілька джерел енергії, в тому числі альтернативних. Вони стосуються також оптимального вибору місця розташування системи, підбору ефективного комплексу джерел енергії, засобів перетворення, акумулявання та створенню ефективних систем управління складними комплексними системами та інших.

Висновки: 1. Зростаюче техногенне навантаження на навколишнє

природне середовище та загострюються у зв'язку з цим проблеми екологічної безпеки вимагає кардинальної зміни політики у цій сфері та забезпечення збалансованого розвитку економіки, енергетики і екології. А вирішення вказаної проблеми можливе за рахунок оптимізації структури енергетичного балансу держави та її регіонів, у якому якомога більшу частку мають становити енергоносії, отримані з екологічно безпечних – відновлювальних джерел енергії (ВДЕ).

2. Серед пріоритетних видів ВДЕ, які вже в дійсний час можуть успішно розвиватись, можна назвати біоенергетику, вітрову, малу гідроенергетику, сонячну та геотермальну енергетику.

3. Аналіз існуючих відновлювальних джерел енергії показує, що у сонячній енергетики є переваги в порівнянні з іншими видами ВДЕ, крім того значну перспективу має таке використання низькопотенційної енергії доквілля перетвореної до високопотенційної за допомогою теплових насосів.

4. Існують потреби в пошуку нових наукових підходів до комплексного використання в енергетичних системах декількох джерел енергії, у тому числі відновлювальних, які мають модульну структуру, що змінюється залежно від умов експлуатації та нових технічних рішень щодо удосконалення техніки та технологій з метою підвищення ефективності отримання екологічно безпечної енергії.

Література:

1. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України. – [Електронний ресурс]. – режим доступу до ресурсу: http://www.intelcenter.com.ua/rus/library/atlas_alten_UA.htm
2. Безродний М.К. Енергетична ефективність теплонасосної системи вентиляції з рекуператором теплоти і рециркуляцією відпрацьованого повітря [текст]/ М.К. Безродний, М.А. Галан. – Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2011. – № 2. – С. 16 – 19.
3. Г.С. Ратушняк, В.В. Дездежула. Енергозбереження в сільськогосподарській біоконверсії. Навч. посіб.– Вінниця. – ВНТУ, 2006. – 83с.
4. Гелетуха Г.Г., Долинський А.А. Доповідь на Третій міжнародній конференції „Енергія з біомаси” (18-20 вересня 2006 р., Київ, Україна).
5. Гелетуха Енергозабезпечення України: погляд у 2050 р. // Зелена енергетика, №4(12), Київ 2003
6. Гошовський С.В. Сиротенко П.Т. Стан та перспективи використання нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії в Україні і світі // Збірник матеріалів доповідей міжвідомчої науково-практичної конференції «Перспективи використання нетрадиційних джерел енергії в Україні». – м. Євпаторія, АР Крим., 25-28 серпня 2009. – С. 13-18.
7. Девіс А. Альтернативні природні джерела енергії в будівельному проектуванні [текст]/ А. Девіс, Р. Шуберт. – К.: Техніка, 1993. – 117 с.
8. Досвід університету у сфері розвитку альтернативної енергетики [Електронний ресурс]. – режим доступу до ресурсу: http://znau.edu.ua/images/data2/nauka_innovation/alternativeenergy/Dosvid_university_in_energy.pdf
9. Закон України «Про альтернативні види палива», № 1391-14 Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2000, N 12, ст.
10. Закон України «Про альтернативні джерела енергії», № 555-15 Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, N 24, ст.155 *Закон України «Про концепцію переходу*

- України до сталого розвитку». Проект. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.mns.gov.ua/laws/laws/nuclear/92.htm>
11. Ковальов І.О., Ратушний О.В. Альтернативні джерела енергії України: навч. посіб. - Суми: Вид-во СумДУ, 2015. – 201 с.
 12. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: Підручник / С.О. Кудря. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 492 с.
 13. Лимаренко А. Н., Тараненко О. О. Экологические последствия получения и использования геотермальной энергии в Украине, Технологический аудит и резервы производства — № 3/1(23), 2015
 14. Малик Ю. О., Мартиняк О. Р., Юрим М. Ф. Основы экологии та природокористування. —Львів: «Львівська політехніка», 2002. — 186с.
 15. Мацевитий Ю.М. Внедрение теплонасосных установок [текст]/ Ю.М. Мацевитий Н.Б., Чиркин, Л.С. Богданович, А.С. Клепанда // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2008. – № 3. – С. 4 – 10.
 16. Морозов Ю.П. Теоретичні основи і методи розрахунку видобування, акумулювання і використання глибинної теплоти землі, дисертація на здобуття наукового ступеня доктора наук, Київ, 2014.
 17. Прутська О.О., Федик О.Ю., Сучасний стан та проблеми розвитку альтернативної енергетики в Україні // Збірник наукових праць ВНАУ №1 (56). Том 2 . 2012 Вінницький національний аграрний університет с 158-164.
 18. Рудько Г.І. Гошовський С.В. Екологічна безпека техноприродних систем (наукові та методичні основи): наукова монографія НІЧЛАВА». 2006.- 464 с.
 19. Сергеев П. П. Проблемы мировой энергетической безопасности // Мировая Экономика и международные отношения. – 2007. - №12. – С. 15-24.
 20. Традиційні та нетрадиційні системи енергозабезпечення урбанізованих і промислових територій України, Монографія Під загальною редакцією академіка НАН України Г.Г. Півняка, Дніпропетровськ НГУ 2013 333с.
 21. Энергетика: история, настоящее и будущее. От огня и воды к электричеству: Многография / [Бондаренко В.И., Варламов Г.Б., Вольчин И.А. и др]. – К., 2011. – 264 с.

РОЗВИТОК ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ

УДК 616+631.95:631.445.2/.4+633

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЛАНДШАФТІВ ГОЛОСІЇВСЬКО-ФЕОФАНІВСЬКОЇ ТА КОНЧА-ЗАСПІВСЬКОЇ ЗЕЛЕНИХ ЗОН М. КИЄВА

Риженко Н.О.,

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

Представлено результати екологічного моніторингу рекреаційних ландшафтів Голосіївсько-Феофанівської та Конча-Заспівської зелених зон м. Києва. Виявлено, що вміст важких металів у воді джерел та поверхневих водах ставів досліджуваної території не перевищував встановлених нормативів ГДК, що дає підставу стверджувати про придатність її для господарчо-побутового використання. Встановлено, що в зразках води ставку Дидорівка, Голосіївський, джерелі Пантелеймонівська копанка виявлено «слідові» кількості а-ізомеру гексахлорциклогексану (ГХЦГ). Найбільш чутливим видом до забруднення всіх ВМ із досліджуваних ранньоквітучих рослин виявилась мати-і-мачуха: вміст Zn, Ni, Cu, Pb, Cd у даній рослині був найвищим та становив відповідно 4,8; 9,6; 19,2; 3,2; 22,4. Це дає підставу стверджувати про доцільність використання даного виду ранньоквітучих рослин як індикатора забруднення важких металів у екосистемі. Вміст рухомих форм важких металів (Cd, Pb, Zn, Co, Cu, Ni) у ґрунтах всіх досліджуваних територій був менше встановлених нормативів. Виявлено тенденцію до збільшення кількості певних металів, в тому числі і свинцю у ґрунтах, розташованих на підніжжі схилів балкових систем, що може бути пов'язано із наявністю процесів міграції важких металів у ландшафтах. *Ключові слова:* важкі метали, екоотоксикологічний моніторинг, рекреаційні ландшафти, забруднення, гранично допустима концентрація.

Экологический мониторинг рекреационных ландшафтов Голосеевско-Феофановской и Конча-Засповской зеленых зон г. Киева. Рыженко Н.А. В статье представлены результаты проведенного экологического мониторинга рекреационных ландшафтов Голосеевско-Феофановской и Конча-Засповской зеленых зон г. Киева. Установлено, что количество тяжелых металлов (Cd, Pb, Zn, Co, Cu, Ni) в воде источников и поверхностных водах озер исследуемой территории не превышает установленных нормативов ПДК, что дает возможность утверждать о пригодности ее использования в хозяйственно-бытовых целях. В пробах воды озера Дидоровка, Голосеевское, источнике Пантелеймоновская копанка выявлено «следовые» количества а-изомера гексахлорциклогексана (ГХЦГ). Наиболее чувствительным видом к загрязнению металлов из исследуемых раннецветущих растений оказалась мать-и мачеха: содержание Zn, Ni, Cu, Pb, Cd в растении было наибольшим и

составляло соответственно 4,8; 9,6; 19,2; 3,2; 22,4. Это дает основание предложить целесообразность использования этого вида раннецветущих астений как индикатор загрязнения тяжелыми металлами экосистемы. Содержание подвижных форм металлов в почвах всей исследуемой территории был меньше установленных нормативов ПДК. Выявлена тенденция увеличения количества определенных металлов, в том числе и свинца, в почвах у подножья склонов балковых систем, что может быть связано с наличием процессов миграции тяжелых металлов в ландшафтах. *Ключевые слова:* тяжелые металлы, экотоксикологические мониторинг, рекреационные ландшафты, загрязнения, предельно допустимая концентрация.

Ecological monitoring in recreation landscapes of 'Holosiyiv-Pheophania' and 'Koncha-Zaspa' green parks in Kyiv. Ryzhenko H. Heavy metals (HM) content and their influence on recreation landscapes of 'Holosiyiv-Pheophania' and 'Koncha-Zaspa' green parks in Kyiv studied in the article. The aim of study was to determine HM content in natural sources drink water and surface water in lakes; to determine content of HM mobile form in soil; to determine HM content in different parts and different species of plant; to assess the HM influence on different part of investigated landscapes. The HM (Cd, Pb, Zn, Co, Cu, Ni) concentration in the samples of water, plant and soil were not exceed the adopted in Ukraine Maximum Allowed Concentration (MAC). The "track" amounts of hexachlorocyclohexane (*a-isomer*) were discovered in samples of water of Dydoryvka and Golosiyivs'ke lakes and in samples of water of natural source "St. Pantaleymon". The most amount of up-took metals had *Tussilago farfara L.*: Zn, Ni, Cu, Pb, Cd concentrations in plant were accordingly 4,8; 9,6; 19,2; 3,2; 22,4 mg/kg (d.m.). All investigated early blossom plant species had more HM amounts than another plant species in spring (ephemeroids had the anthropogenic loading before, than other plant species in landscape). The mobile form amount of Cd, Pb, Zn, Co, Cu, Ni in the soil samples did not exceed the adopted in Ukraine Maximum Allowed Concentration (MAC). The noted tendency is to the increase of HM in the foot of slopes soils which related to migration processes in landscape. *Keywords:* heavy metals, ecotoxicological monitoring recreational landscapes, pollution, maximum permissible concentration.

Вступ

Однією з найважливіших задач, які стоять перед охороною природи, є проведення науково обгрунтованого та регулярного моніторингу різних блоків екосистем. Особливе місце у мережі екологічного моніторингу посідає слідування та оцінка якості рекреаційних ландшафтів в межах міста або поблизу нього. Саме природні комплекси лісопаркових зон відіграють вирішальну роль у відновленні санітарно-гігієнічних умов існування міського мешканця, його працездатності, покращенню умов життя. Особливе місце серед таких рекреаційних ландшафтів займають Голосіївсько-Феофанівська та Конча-Заспівська паркові зони, що розташовані в південній частині м. Києва та приміській території. Парк «Феофанія» - парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва загально-

державного значення, створений з метою збереження та використання в естетичних, виховних, наукових, природоохоронних та оздоровчих цілях найбільш визначних зразків паркового будівництва, а також входить до складу природно-заповідного фонду України, який є складовою частиною світової системи природних територій та об'єктів, що перебувають під особливою охороною. На території парку зростає ліс, який віднесено до винятково цінних лісонасаджень, які підлягають особливій охороні та мають велике санітарно-гігієнічне, бальнеологічне значення. Національний природний парк «Голосіївський» - природоохоронна територія Києва, на якій представлено значне різноманіття червонокнижної флори та фауни. Історія парку має глибокі культурні, історичні корені, ландшафти парку відносяться до

цінних рекреаційних антропоєкологічних та природно-історичних пізнавально-інформаційних ресурсів [1-3].

З розвитком містобудування, діяльності промисловості та транспорту, створенням звалищ відбувалось забруднення екосистем рекреаційних ландшафтів поллютантами, до яких відносяться важкі метали, пестициди, хлоровані біфеніли, нітрати, нітроти тощо. Надходження токсикантів до біогеохімічних циклів спричиняє порушення функціонування фітоценозів, а також негативно впливає на гідрологічний режим природних водоймищ та якість питної джерельної води, яку мешканці міст залюбки споживають як альтернативу води з крану або з бювельного комплексу [3, 4]. Важливим є вивчення забруднення, що перевищує кларкові величини вмісту забруднювачів у біосфері, однак не досягають гранично допустимих концентрацій. Саме невеликі хронічні забруднення призводять до явищ накопичення поллютантів у ґрунті, воді, донних відкладах водоймищ тощо, що, в свою чергу, впливає на інтенсивність міграції у системі «ґрунт-рослина» та біокумуляцію у фітоценозі [5-7].

Метою роботи було проведення екологічного моніторингу рекреаційних ландшафтів Голосіївсько-Феофанівської та Конча-Заспівської лісопаркових зон, який включав екотоксикологічну оцінку небезпечності важких металів та пестицидів в водних об'єктах, ґрунтах та рослинній компоненті екосистем досліджуваних територій.

Матеріали та результати досліджень

Голосіївсько-Феофанівська лісопаркова зона (ГФЛЗ) та Конча-Заспівська

зелена зона (КЗЗ) розташовані на межі Правобережного Полісся та Лісостепу України у межах теплої середньозволоженої агрокліматичної зони. ГФЛЗ є характерною лісопарковою зоною детального проектування, створеною за методом ландшафтного лісництва. Клімат - помірно-континентальний. Кліматичні умови сприятливі для росту грабових широколистяних насаджень, що займають основну площу лісопарку.

Рельєф ГФЛЗ і КЗЗ характеризується наявністю ярів з крутими схилами з напрямком у бік міста в долину Дніпра. По дну ярів ГФЛЗ течуть струмки, деяких з них мають майже постійний дебет води (Гамбург, Китаївський) і поповнюють ставки лісопарку. Ставки малопроточні. На території ГФЛЗ за розташуванням та антропогенним пресингом можна виділити 4 групи ставок. До першої групи відносяться ставки Голосіївського урочища, що характеризуються найбільшим навантаженням з боку дії автотранспорту (Оріхуватські ставки: Московський універмаг – Голосіївська площа). Друга група включає ставки центральної частини Голосіївського урочища, що розташовані на території Голосіївського лісу (Дідорівка, Мітіно, Гниле та прилягаючі). До третьої групи відносяться ставки на території Експоцентру України. Четверта група включає ставки Феофанівського урочища (Паладінський та прилеглі). Більшість ставок сформовані завдяки наявності природних джерел, що використовуються також як питна вода, яка має цілющі властивості. Більша частина джерел розташована у Феофанівському урочищі: джерело "Св. Пантелеймона" (СП), "Св. Анастасії" (СА), "Сльози Божої Матері" (СБМ). На території Голосіївського урочища

джерела питної води знаходяться у районі розташування ставків Дідорівка, Мітіно та прилеглих. На території КЗЗ як досліджувані водні об'єкти використовувались річка Казинка, та чорновільхове болото, розташоване у селищі Романків та з'єднується із річкою Казинкою.

Більшу частину території ГФЛЗ (62%) займають дубові насадження середнім віком 86 років. Друге місце по площі займають насадження граба (22%). Голосіївський ліс являє собою своєрідну грабову діброву. Її перший ярус складається головним чином з дуба череватого, що на більш родючих ґрунтах доповнюється ясенем звичайним. Другий ярус утворюють тіньові породи: липа, граб, клен, в'яз, лісова груша, яблуня та ін. Підлісок складають ліщина, місцями – шипшина, терен, верболіз, дрік красильний та інші чагарники й напівчагарники. Великою різноманітністю відзначається і ґрунтовий покрив, представлений в основному луговими травами. До його складу входять весняні коротковегетуючі багаторічні рослини: підсніжник, пролісок, анемона, фіалка, незабудка, ряст, а також довговегетуючі – тонконіг, вівсянка, копитник, яглиця, конвалія, папороть. На південних узліссях зустрічаються ділянки різнотрав'я із звичайними злаками. Більшу частину території КЗЗ займають соснові та сосново-дубові ліси середнім віком 70 років. На території ГФЛЗ та КЗЗ зустрічаються породи, що не ростуть у природних місцевих лісах: бархат амурський, гледичія, дерен білий, біла акація, клен сріблястий, катальпа, скумпія, черемшина Віргінські, явір, горіх сірий, горіх манжурський, горіх чорний, модрина, сосна

веймутова, аморфа, каркас, айлант та цілий ряд інших.

У ГФЛЗ і КЗЗ переважає ландшафт закритих просторів, у Голосієво і Феофанії представлений в основному, насадженнями дуба і граба, відсоток лісистості складає 40% території. Насадження соснових та дубово-соснових лісів у Конча-Заспі займають 25 % території. Ландшафт напіввідкритих просторів складає 5,1 %, і майже відкриті відсутні площі великих розмірів. ГФЛЗ і КЗЗ призначено для масового відпочинку, тому при екоотоксикологічних дослідженнях якості стану екосистем враховувались основні санітарно-гігієнічні та екоотоксикологічні показники [8-10].

Вибір місцезнаходження пробних площ обґрунтований орографічно. Пробна площа складає 0,25 га (50м*50м).

Голосіївсько-Феофанівська та Конча-Заспівська лісопаркові зони – це частина ландшафту підвищених горбисто-увалистих рівнин на палеоген-неогеновій основі, складених лесовидними суглинками, що підстелені пісками та валунними суглинками, із ясно-сірими та сірими лісовими ґрунтами, у межах досліджуваної його частини – під грабово-дубовими лісами. Плоска, або ступінчаста платоподібна рівнина цього ландшафту лежить на висотах 180-200 м, у межах лісопаркової зони – 180-190 м (максимальна висота 192 м). З поверхні вона складена крупнопилуватими лесовидними суглинками, потужність яких – від 5 до 10 м. Верхній рівень рельєфу складають опуклі вододільні рівнини, складені лесовидними суглинками, із ясно-сірими та сірими лісовими легкосуглинковими ґрунтами під свіжими грудками (грабняками з домішкою кле-

на та в'яза бруслиновими). Завдяки характерним для них опуклим формам рельєфу та суглинковим ґрунтам, потенційно такі поверхні відносяться до зон інтенсивного виносу речовини (у тому числі й техногенних забруднювачів). Рясність кожного виду трав'янистих рослин визначається за шкалою Друде: soc (sociales) – рясно; sor3 (soriosae) – дуже багато; sor2 (soriosae) – багато; sor1 (soriosae) – доволі багато; sp (sparsae) – зрідка; sol (solitariae) – одиночно; un (unicum) – в одному екземплярі. Опис рослинності та ґрунтового розрізу (табл.1) однієї з точок відбору проб наведено нижче.

Рослинний покрив:

І ярус – Граб (9 балів); висота 15-16 м; діаметр 18-20 см

Клен (1 балл); висота 15-16 м; діаметр 42-44 см

Підріст – клен гостролистий, граб **Чагарниковий ярус**(сильно розріджений) – бузина чорна (поодинокі),

бруслина європейська (поодинокі), бруслина бородавчаста (поодинокі).

Наземний покрив (проективне вкриття 25 – 30 %):

Розрив-трава дрібноквіткова (sp)

Копитняк європейський (sp)

Пшінка весняна (sp)

Анемона жовтецева (sol)

Розхідник звичайний (sp)

Зірочник ланцетовидний (sp)

Адокса мускусна (sp)

Підмаренник чіпкий (sp)

Яглиця звичайна (sp)

Материнка звичайна (sp)

Купина багатоквіткова (sp)

Фіалка шершава (sol)

Герань Робертова (sp)

Мати-і-мачуха

Медунка лісова

Звіробій звичайний

Конвалія травнева

Таблиця 1

Опис ґрунтового розрізу: ґрунт: ясно-сірий лісовий легкосуглинковий на лесовидних суглинках

Індекс горизонту	Глибина, см	Основні характеристики
A ₀	0 – 3	Лісова підстилка
A ₁	3-15	Сірий, свіжий, легкосуглинковий (лс), грудкуватий, слабоущільнений, перехід помітний, границя – рівна
A ₁ A ₂ (B)	15-28	Бурувато-сірий з слабкою білісуватістю, свіжий, лс, грудкувато-ребристий, щільний, перехід поступовий
B	28-54	Бруднувато-жовтувато-бурий, свіжий, лс, грудкувато-гранчастий з ознаками горіхуватості, м'який, щільний, перехід поступовий
C ₁	54-76	Бурувато-палевий, свіжий, лс, грудкуватий, м'який, щільний, перехід поступовий
C ₂	76-94	Жовтувато-палевий з бурими плямами, свіжий, лс, щільний

Відбір зразків води проводився відповідно до загально прийнятих методик [11-13], станції забору води пред-

ставлено у табл.2.. Зразки питної води джерел відбирали в чотириразовій повторності.

Таблиця 2

Станції забору поверхневих вод каскаду водоймищ Голосіївського, Феофанівського та Конча-Заспівського урочищ

Номер станції забору проб	Назва об'єкту	Місце забору води
Голосіївсько-Феофанівська зона		
Ставки Дидорівської балкової системи		
1	Ставок Дидорівка	Східний берег (дамба)
2		Південний берег
3		Північний берег
4		Західний берег
5		Відстійник
6	Ставок Гнилий	Східний берег (дамба)
7		Північний берег (луки)
8		Південний берег (дубові насадження)
9	Ставок Тумбочки	Південний берег
10		Східний берег (дамба)
11		Західний берег (місток)
12	Ставок Мітіно	Східний берег
13		Південний берег
14		Західний берег
Ставки Горіхуватської балкової системи		
15	Ставок Голосіївський	Північний берег
16		Західний берег
17		Південний берег
18		Східний берег
19	Ставок Академічний	Північний берег (дамба)
20		Східний берег
21		Західний берег (схил)
22	Ставок Московський	Південний берег (грабові насадження)
23		Східний берег
24		Північний берег (соснові насадження)
25		Відстійник
Ставки, розташовані на території Експоцентру України		
26	Ставок Лебединий	Південний берег
27		Східний берег
28		Північний берег
29	Ставок Острівний	Південний берег
30		Східний берег
31	Ставок Підковний	Північний берег
32		Південний берег
33		Північний берег
34	Ставок Болотний	Південний берег
35		Північний берег
Ставок Феофанівського урочища		
36	Паладінський ставок	Північний берег
37		Західний берег
38		Східний берег
39		Відстійник
Конча-Заспівська зона		
40	Ріка Козинка	Західний берег
41	Болото чорновільхове у с. Романків,	Північний берег Західний берег

Моніторинг (англ. *спостереження*) – це комплекс заходів по вивченню стану екосистем та їх складових у динаміці на певній території. Моніторинг Голосіївсько-Феофанівської та Конча-Заспівської ландшафтних зон включав проведення польових та лабораторних досліджень [1,2,12].

Відбір зразків ґрунту та рослин базувався на використанні методу профілювання, який дозволяє виявити і охарактеризувати особливості ґрунту, зумовлені різницями у рельєфі, характер рослинного покриву, умов зволоження, ґрунтоутворюючі породи та виявити закономірності розподілу ґрунтів в зв'язку з умовами їх формування з урахуванням культурно-технічного стану (оцінка природних умов зміни конкретних компонентів екосистеми в результаті господарчої діяльності людини). Напрямок профілю обирається, насамперед, з урахуванням особливості рельєфу. Профіль повинен пересікати всі типові форми і елементи рельєфу, що дає можливість характеризувати геохімічно споріднений ряд ґрунтів. За лініями профілю закладались ґрунтові розрізи в межах всіх основних геоморфологічних виділів (міжріччя, тераси, тощо). Контрольні розрізи розміщувались з розрахунку, щоб кожний з них характеризував ґрунт, належний до певної форми рельєфу (приводороздільні і придолинні схили, схили, дно балок). При відборі зразків ґрунту враховувався характер рослинності, тобто ґрунт характеризувався під різними рослинними асоціаціями. З кожного ґрунтового горизонту у розрізі відбирались зразки у чотириразовій повторності, з яких готували змішаний усереднений зразок ґрунту для кожного горизонту об'ємом до 1 кг [11-13]. З кожної пробної площі відби-

рались рослинні зразки, з яких готували змішаний усереднений зразок певної фракції фітомаси об'ємом до 100 г.

Площа дослідних ділянок для комплексного екологічного дослідження повинна забезпечувати коректний облік опису всіх компонентів ландшафту. Для опису ділянок лучної рослинності використовувались ділянки, площею 10x10 м (100 м кв.). Для вивчення лісової рослинності - 20x20 м (400 м кв.), а рідколісся в паркових місцях – 50x50 м (2500 м кв.). При вивченні фацій, що мають значну протяжність при малій ширині (староріччя, короткі балки, дно яру, тощо) опис вівся на рівновеликій ділянці (5x20м), повністю, розміщеній всередині конкретної фації.

В кожній точці відбору проводились візуальні спостереження, морфометричні роботи, описувались ґрунтові розрізи та ботанічна площадка, оголення і джерела, збирались зразки ґрунту та рослин. При дослідженні якості води озер та джерел визначався вміст важких металів (Cu, Zn, Cd, Pb, Co, Ni), залишків пестицидів. Якість води оцінювалась залежно від практичних цілей її використання: в озерах – господарчо-побутового використання, джерел - якості питної води, базуючись на існуючих нормативах ГДК [12]. Для визначення вмісту важких металів та розподілення їх форм у об'єктах навколишнього середовища (ґрунті, воді, рослинах) використовувався метод хроматографування у тонкому шарі сорбенту (№50-97 від 19.06.97) [14]. Визначення залишкових кількостей пестицидів проводилися з використанням офіційно затверджених методик, та методик, які були розроблені та удосконалені в лабораторії аналітичної хімії пестицидів Інституту

захисту рослин [15,16]. В дослідженнях застосовували прилади газорідної хроматографії: хроматограф Perkin Elmer 8410 з специфічним до азоту та фосфору термоіонним детектором та Цвет-106 з детектором по захвату електронів, Perkin Elmer AuyoSystem XL (США) з електронно-захватним та полум'яно-іонізаційними детекторами, використовували набивні та капілярні колонки; тонкошарову хроматографію. При аналізі одержаних результатів користувались кореляційним та дисперсійним статистичними методами обробки результатів. Рівень достовірності обчислювали при P_{0,95}.

Результати та їх обговорення

В зв'язку з тим, що досліджувані джерела формуються в різних водоносних горизонтах вміст ВМ у воді кіль-

кісно відрізняється (табл.3). Найбільшим вмістом цинку та нікелю характеризувалось джерело Св. Пантелеймона (СП). Найбільший вміст міді був у джерелах Сльози Божої Матері (СБМ) та Св. Анастасії (СА). Серед всіх водних об'єктів найменшим вмістом цинку характеризувалось джерело СБМ: кількість Zn становила менше 0,001мг/л. У серпні 2005 року вміст цього металу у джерелі СА, СП, Пантелеймонівська Копанка (ПК) відповідно був 0,015; 0,024; 0,024 мг/л (табл..3). Найбільша кількість Со відмічалась у джерелі СА та ПК; найбільший вміст Си був у джерелі СБМ. Кількість кадмію та свинцю становила менше 0,001 мг/л. Загалом вміст важких металів у воді джерел та ставка не перевищував встановлених нормативів ГДК.

Таблиця 3

Вміст важких металів у водних об'єктах Феофанівської зеленої зони*

Місце відбору	Вміст важких металів, мг/л					
	Zn	Ni	Co	Cd	Cu	Pb
Джерело "Сльози Божої матері"	<0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,040	< 0,001
Джерело Св. Пантелеймона	0,240	0,060	< 0,001	< 0,001	0,030	< 0,001
Джерело Святої Анастасії	0,015	0,001	0,002	< 0,001	0,004	<0,001
Джерело Пантелеймонівська копанка	0,024	0,001	0,003	< 0,001	0,020	< 0,001
ГДК	1,00	0,10	0,10	0,001	1,00	0,03

* Відбір зразків води – VIII.2005 року

Оскільки кількість важких металів у воді досліджуваних водних об'єктів Феофанівської зеленої зони знаходиться в межах встановлених допустимих

нормативів, що дає підставу стверджувати про придатність її для господарчо-побутового використання.

Таблиця 4

Динаміка вмісту ВМ у поверхневих водах Паладієвської ставки та питній воді джерел Феофанівського урочища у середньому у 2002-2007 роках, мг/л (P_{0,95})

Дата відбору, місяць	Вміст важких металів, мг/л																	
	Zn			Ni			Co			Pb			Cd			Cu		
Паладієвська ставка	IV	VII	X	IV	VII	X	IV	VII	X	IV	VII	X	IV	VII	X	IV	VII	X
СА*	0,020	0,0150	<	<	0,0005	<	0,020	0,0025	<	<	0,0010	<	<	0,0010	<	<	0,003	0,001
СП	0,010	0,0150	<	<	0,0005	<	<	0,0025	<	<	0,0010	<	<	0,0010	<	<	0,005	0,001
СБМ	<0,001	0,0175	<	<	0,0005	<	0,005	0,0005	<	<	0,0010	<	<	0,0010	<	<	0,003	0,001
ПК	0,015	0,0200	0,0066	<	0,0005	<	0,010	0,0025	0,0033	<	0,0010	0,0132	<	<	<	<	0,003	0,009
**ГДК	1,000			0,100			0,100			0,030			0,001			1,000		

Примітка: СА* - джерело Святої Анастасії; СП - Джерело Святого Пантелеймона; СБМ - джерело Сльози Божої Матері; ПК - джерело Пантелеймонівська копанка.

** Використовувались нормативи ГДК для господарчо-побутового використання

Динаміка вмісту ВМ у поверхневих водах ставків Горіхуватської та Дидорівської балкових систем у середньому у 2002-2007 роках, мг/л (P_{0,95})

Дата відбору, Рр. місяці	Важкі метали, мг/л																	
	Zn			Ni			Co			Pb		Cd			Cu			
	IV	VII	X	IV	VII	X	IV	VII	X	IV:02	VII:02	X:02	IV:02	VII:02	X:02	IV:02	VII:02	X:02
Голосіївський	0,0100	0,0200	< 0,0010	0,0014	0,0003	< 0,0010	0,0002	0,0034	< 0,0010	0,0070	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	0,0020	0,0120	0,0017
Академічний	0,0093	0,0110	< 0,0010	0,0010	0,0003	< 0,0010	0,0002	0,0033	< 0,0010	0,0022	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	0,0027	0,0037	0,0017
Москвський	0,0088	0,0217	0,0050	0,0007	0,0002	< 0,0010	< 0,0010	0,0018	< 0,0010	0,0016	0,0066	0,0066	< 0,0010	0,0008	< 0,0010	0,0022	0,0067	0,0099
Дидорівська	0,0078	0,0233	< 0,0010	0,0024	< 0,0010	< 0,0010	0,0053	0,0012	< 0,0010	< 0,0010	0,0133	0,0133	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	0,0022	0,0013	0,0132
Гнітні	0,0066	0,0167	< 0,0010	0,0009	< 0,0010	< 0,0010	0,0006	0,0005	< 0,0010	0,0014	0,0208	0,0208	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	0,0022	0,0015	0,0066
Мітні	0,0050	0,0117	0,0083	0,0016	0,0002	< 0,0010	0,0045	0,0005	< 0,0010	0,0022	< 0,0010	0,0132	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	0,0016	0,0067	0,0083
Гумні	0,0053	0,0133	0,0017	0,0013	< 0,0010	< 0,0010	0,0022	0,0003	0,0017	0,0011	0,0042	0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	0,0011	0,0026	0,0066

Для розгляду динаміки ВМ у воді аналізувались зразки, відібрані у динаміці у 2002- 2008 рр. (за виключенням Паладінського ставка у 2005 році). Динаміка вмісту ВМ у питній воді джерел Феофанівської зеленої зони представлена у таблиці 4. Так, кількість Cu у джерелі СБМ у весняну фільтрацію становила 0,005 мг/л, а у решті джерел відповідно менше $5 \cdot 10^{-5}$ мг/л. В літню фільтрацію вміст міді у воді всіх джерел підвищувався за винятком джерела СБМ. Вміст Zn у воді джерел збільшувався у літню фільтрацію порівняно до весняної, що пояснюється, очевидно, зростанням концентрації даних мікроелементів у воді в результаті зміни режиму зволоження ґрунту та вертикальної фільтрацією їх солей. Вміст Ni та Co у літній період зменшувалася, що, може бути пов'язано із здатністю даних елементів до активного зв'язування органічною частиною ґрунту з утворенням нерухомих комплексних сполук [17, 18]. Поверхневі води характеризуються також певними особливостями сезонної динаміки вмісту ВМ. У Паладінському ставку концентрація Cu, Zn, Co у літній період збільшувалася, на відміну від Ni, який формує із фульвокислотами, за даних умов стійкі сполуки хелатного типу (що очевидно, пов'язано із домінуванням у ґрунті та поверхневих водах на території широколистяних лісів серед органічних кислот фульвокислот) та співвідношенням їх вмісту і концентрації іонів металів [25, 26]. Вміст Cd та Pb у воді джерел та Паладінського ставка складав $< 1 \cdot 10^{-5}$ мг/л, що значно нижче встановлених нормативів (ГДК металів відповідно становила 0,001 та 0,030 мг/л) (табл.4).

Слід відмітити, що вміст важких металів у воді джерел Феофанії у літній період 2005-2007 року майже не відрізняється від кількості досліджуваних елементів у той самий період у 2002, 2003 роках (табл. 3, 4). Це дає підставу говорити про відсутність антропогенного тиску на природні джерела в часовому відрізку протягом 2002-2007 років

Аналогічно до водних об'єктів Феофанівської зеленої зони для води досліджуваних ставків Голосієво сезонна динаміка важких металів також мала місце (табл. 5). Збільшення всіх досліджуваних елементів спостерігалось у воді у літній період та зниження їх вмісту восени та навесні (табл.5). За період 2002-2007 років найбільшим вмістом Cu у воді характеризувався серед водних об'єктів Голосіївського урочища ставок Голосіївський, Pb - Московський ставок, Zn – Дидорівка, Co – Академічний та Голосіївський. Найменшим вмістом всіх досліджуваних металів відмічався ставок Мітіно, який знаходиться у центральній частині Дидорівської балкової системи в лісі. На основі одержаного експериментального матеріалу було проведено порівняльну характеристику вмісту ВМ у воді ставків Голосіївського урочища. Результати вмісту ВМ у воді ставків наведені у таблиці 6.

Найбільшим вмістом Cd у воді характеризувався серед водних об'єктів Голосіївського урочища ставок Московський, однак концентрація металу не перевищувала встановлених нормативів. Найнижчим вмістом всіх ВМ відмічався ставок Мітіно, який знаходиться у центральній частині та характеризується найменшим рекреаційним пресингом серед досліджуваних водних об'єктів. Найбільшим вмістом ВМ

характеризувались стави Голосіївський та Московський. Найвищий вміст Рb був відмічений для ставків Московського та Академічного, що, можливо, пояснюється близьким розташуванням досліджуваних об'єктів до автошляху. Кількість цинку та міді знаходилась в

межах від 0,003 до 0,020 мг/л, що значно нижче встановлених ГДК (табл.6); найбільшим вмістом Cu та Zn характеризувався ставок Голосіївський. Концентрація Co та Ni у ньому була найнижчою серед досліджуваних ВМ (за виключенням Cd).

Таблиця 6

Порівняльна характеристика вмісту важких металів у водних об'єктах Голосіївської зеленої зони*

Місце відбору	Вміст важких металів, мг/л					
	Zn	Ni	Co	Cd	Cu	Pb
Голосіївський	0,030	< 0,001	0,004	< 0,0010	0,020	< 0,001
Академічний	0,010	< 0,001	0,003	< 0,0010	0,004	0,0008
Московський	0,025	< 0,001	0,002	0,0008	0,010	0,0217
Дидорівка	0,020	0,002	< 0,001	< 0,001	0,002	< 0,001
Гниле	0,020	0,002	< 0,001	< 0,001	0,003	< 0,001
Мітіно	0,020	0,002	< 0,001	< 0,001	0,010	< 0,001
Тумбочки	0,020	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,003	< 0,001
ГДК	1,000	0,10	0,10	0,001	1,00	0,030

* Відбір зразків води – VIII.2005 року

Це, очевидно, пояснюється не тільки типом і походженням забруднення, але й тим, що ці елементи інтенсивно формують із фульвокислотами, за даних умов стійкі сполуки хелатного типу (що очевидно, пов'язано із домінуванням у ґрунті та поверхневих водах на території широколистяних лісів серед органічних кислот фульвокислот) та співвідношенням їх вмісту і концентрації іонів металів.

Серед досліджуваних водних об'єктів Конча-Заспінської зеленої

зони найбільшим вмістом важких металів характеризувалась річка Козинка: кількість Zn була 0,024, Ni – 0,01, Cu – 0,034, - 0,01 мг/л Рb (табл.7). Слід відмітити, що кількість кобальту і кадмію у річці та чорновільховому болоті становила менше 0,001 мг/л. В цілому вміст важких металів у річці Козинка та чорновільховому болоті не перевищував встановлених нормативів ГДК.

Таблиця 7

Вміст важких металів у водних об'єктах Конча-Заспівської зеленої зони*

Місце відбору	Вміст важких металів, мг/л					
	Zn	Ni	Co	Cd	Cu	Pb
Річка Козинка	0,024	0,010	< 0,001	< 0,001	0,034	0,010
Болото чорновільхове біля с. Романків,	0,020	0,005	< 0,001	< 0,001	0,030	0,005
ГДК	1,000	0,10	0,10	0,001	1,00	0,03

* Відбір зразків води – VIII.2005 року

Серед усіх досліджуваних водних об'єктів найбільшим вмістом Ni характеризувалась річка Козинка та чорновільхове болото (розташовані на території Конча-Заспівської зеленої зони), Zn – Голосіївський та Острівний (останній розташований на території ВДНХ - Південно-Західна частини Голосіївського урочища), Co – Лебе-

диний та Острівний (територія ВДНХ), Рb – Московський, Лебединий, Острівний, Козинка, Cu – Голосіївський ставок, болото біля селища Романків та річка Козинка (рис.1, 2). В цілому у воді всіх досліджуваних об'єктів вміст важких металів не перевищував встановлених нормативів ГДК.

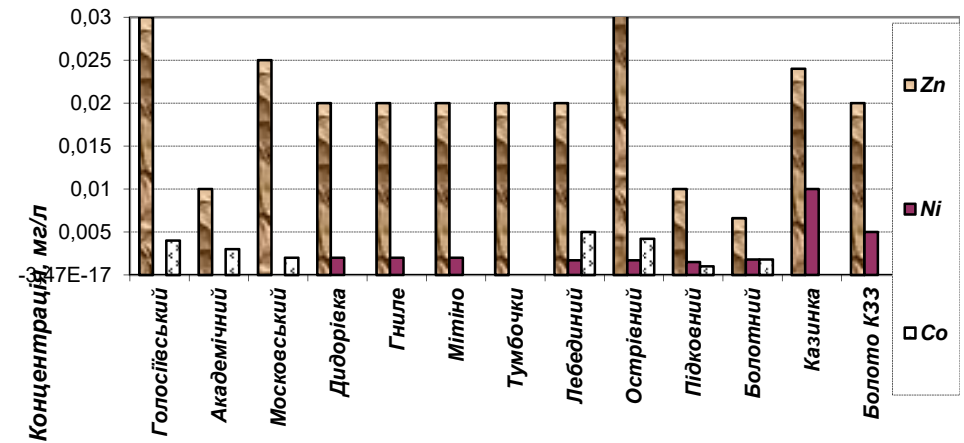


Рис. 1 Вміст Zn, Ni, Co у воді ставків Голосіївсько-Феофанівської та Конча-Заспівської зелених зон

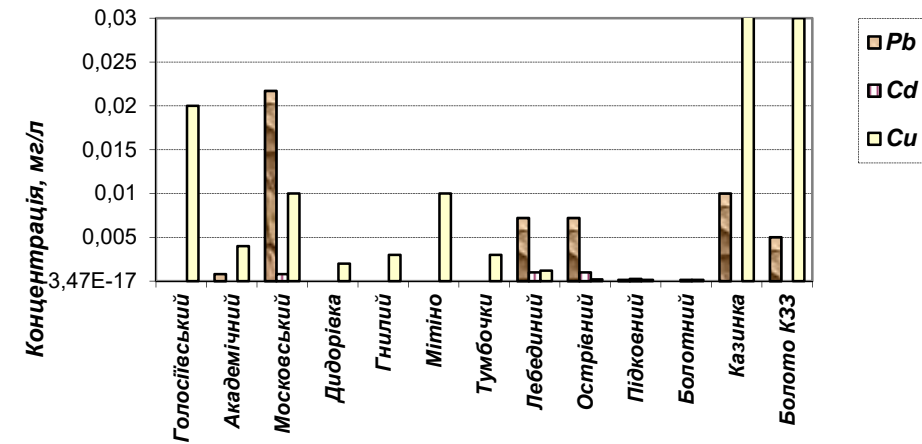


Рис. 2.Вміст Pb, Cd, Cu у воді ставків Голосіївсько-Феофанівської та Конча-Заспівської зелених зон

Були проведені визначення пестицидів у воді водоймищ Голосіївсько-Феофанівської зеленої зони; результати наведено у табл. 8. За результатами досліджень в зразках води, що аналізувались, пестицидів не виявлено на рівні чутливості визначення 0,0001 – 0,001 мг/л, що значно нижче МДР, в

зразках води джерела Святої Анастасії, “Сльози Божої Матері”, Св. Пантелеймона, ставку Академічному, ставку Лебединому. В зразках води ставку Дидорівка, Голосіївський, джерелі Пантелеймонівська копанка виявлено “слідові” кількості α -ізомеру гексахлорциклогексану (ГХЦГ).

Таблиця 8

Вміст пестицидів у воді водоймищ Голосіївсько-Феофанівської зеленої зони

Об'єкт	Вміст, мг/л					
	Усього	З них виявлено				
		ХОП	Піретроїди	ФОП	Карбамати	Інші
Ставок Дидорівка	0,0001	α -ГХЦГ-0,0001	Н	Н	Н	Н
Ставок Голосіївський	0,0001	α -ГХЦГ-0,0001	Н	Н	Н	Н
Джерело Святої Анастасії	Н.	Н	Н	Н	Н	Н
Ставок Московський	0,0002	α -ГХЦГ-0,0002	Н	Н	Н	Н
Джерело Пантелеймонівська копанка	0,0001	α -ГХЦГ-0,0001	Н	Н	Н	Н
Ставок Лебединий	Н.	Н.	Н	Н	Н	Н
Ставок Академічний	Н.	Н.	Н	Н	Н	Н
Джерело Св. Пантелеймона	Н.	Н.	Н	Н	Н	Н
Джерело “Сльози Божої Матері”	Н.	Н.	Н	Н	Н	Н

За результатами досліджень та даними літературних джерел фізико-хімічні властивості пестицидів обумовлені їх полярністю. Полярність пестицидів характеризується величиною дипольного моменту молекул органічних сполук. Він є функцією фізико-хімічної будови молекули, тобто залежить від належності різних атомів у молекулі та їх просторового розміщення. Пестициди умовно розподілено на три групи: неполярні, малополярні та полярні [29, 30]. Встановлено,

що неполярні пестициди найбільш токсичні та персистентні. В більшості - це інсектициди, які відносяться до дуже небезпечних сполук: 1-2 ступінь небезпечності за інтегральною класифікацією [30], ЛД 50 = 5-20 мг/кг; період напіврозпаду Т 50 більше 20 діб; та небезпечних сполук: 3 ступінь, ЛД 50 = 20-200 мг/кг, Т 50 = 2-5 діб. До них відносяться: алдрин, ділдрин, гептахлор, ДДТ та інші хлорорганічні пестициди (ХОП), фосфорорганічні - дурсбан, метафос, каунтер (ФОП) та

інш.; піретроїди, гетероциклічні сполуки - фіпроніл тощо. Полярні пестициди до яких відносяться в основному гербіциди та регулятори росту, 6-7 ступінь небезпеки, ЛД 50 більше 2000 мг/кг, Т 50 менше 3 діб. Малополярні пестициди займають проміжне місце. Це помірно небезпечні сполуки 4-5 ступеня небезпечності, ЛД 50 = 200-2000 мг/кг, Т 50 = 3-5 діб. Таким чином, найнебезпечнішими пестицидами є неполярні сполуки різних органічних класів зі ступенем небезпечності 1-4, які стійкі в навколишньому середовищі та накопичуються в трофічних ланцюгах, а дипольний момент або полярність є показником спорідненості пестициду з навколишнім середовищем: водою, ґрунтом, біотою.

Було проведено аналіз результатів дослідження територіального горизонтального та вертикального розподілу важких металів у ґрунтах Феофанівської зони. Аналіз вертикального розподілу ВМ у типових ґрунтах Феофанівської балкової системи показав, що найбільшим вмістом Pb та Zn характеризувався ґрунт, розташований на підніжжі схилу біля Паладинського озера (табл. 9); це пояснюється можливістю вільного прояву сили тяжіння, яка є істотним фактором міграції речовини в ландшафтній сфері. Потужність ландшафтної сфери невелика. Її нижня межа визначається глибиною розчленування рельєфу, і відповідно потужністю зони вільного водообміну. На рівнинах вона лежить в межах перших десятків метрів, в горах, де в водообміні беруть участь заключені в тріщинах та порожнинах твердих порід тріщинні води, - перших сотень метрів [15, 16]. Наявність цього явища дає змогу з певною часткою вірогідності прогнозувати винос даних металів із вершини схилу до його підніжжя у по-

верхневій та придонній воді Паладинського ставка. Однак дана закономірність була справедливою не для всіх досліджуваних елементів. Адже відомо, що метали, як і решта хімічних елементів, беручи участь в процесах геохімічної міграції, водночас є активними учасниками ґрунтово-геохімічного процесу. Тому їх кількість може зменшуватись або збільшуватись із цієї причини. Так, вміст Со залишався майже однаковим на всіх частинах досліджуваного схилу та коливався в межах від 0,3-до 0,7 мг/кг ґрунту (табл.9).

Особливу увагу привертають результати досліджень щодо розподілу у ґрунті кадмію, який відноситься до елементів першої групи небезпечності. Вміст Cd збільшувався від шару ґрунту 0-20 см до 40-60 см відповідно від 0,2 до 0,5 мг/кг та знаходився у межах встановлених ГДК для рухомих форм цього металу у ґрунті.

У середній частині схилу концентрація кадмію у шарі ґрунту 40-100 см становила 0,3 мг/кг, в діапазоні 0-40 см вміст цього металу складав менше 0,01 мг/кг ґрунту. І, нарешті, вершина схилу характеризувалась наявністю Cd в кількості від 0,2 до 0,4 мг/кг, із максимальною концентрацією в шарі 20-40 см, що дає підставу говорити про наявність процесів поверхневого змиву та міграції металу у профілі ґрунту за вертикальним вектором. Найбільшим вмістом цинку і свинцю характеризувався 0-20 см шар ґрунту підніжжя схилу, нікелю і міді – вершина схилу Феофанівської балкової системи коло Паладинського ставка. Розглядаючи вертикальний розріз схилу, необхідно відмітити, що його середня частина характеризувалась нерівномірним розподілом ВМ у профілі ґрунту (табл.10). Так, вміст Zn, Pb, Cu, Co, Ni,

Cd був максимальний у шарах ґрунту 40-60 см - 60-80 см. Це пояснюється наявністю процесів поверхневого зми-

ву хімічних елементів з вершини з напрямку підніжжя схилу.

Таблиця 9

Розподіл рухомих форм важких металів у ґрунті типового схилу Феофанівської балкової системи, мг/кг

Місце знаходження розрізу ґрунту	Вміст рухомих форм важких металів, мг/кг					
	Zn	Ni	Co	Pb	Cd	Cu
Підніжжя схилу 0-20 см	0,80	1,00	0,60	1,34	0,20	0,90
20-40 см	0,60	0,80	0,70	0,44	0,40	1,20
40-60 см	0,40	0,90	0,50	1,34	0,50	1,10
60-80 см	0,50	0,94	0,50	1,64	<0,01	1,10
80-100 см	0,46	0,90	0,60	1,24	<0,01	1,10
Середня частина схилу 0-20 см	0,70	0,94	0,30	1,34	<0,01	1,00
20-40 см	0,50	1,00	0,50	0,44	<0,01	1,10
40-60 см	0,50	1,30	0,70	0,44	0,30	1,70
60-80 см	0,60	1,20	0,70	0,54	0,30	1,70
80-100 см	0,60	0,90	0,60	0,94	0,30	1,54
Вершина схилу 0-20 см	0,50	1,30	0,70	0,48	0,20	1,70
20-40 см	0,60	1,20	0,60	0,58	0,40	2,30
40-60 см	0,30	0,60	0,30	0,64	0,20	0,90
60-80 см	0,40	0,70	0,50	0,48	<0,01	0,92
80-100 см	0,40	0,74	0,50	0,64	<0,01	0,94
ГДК рухомих та потенційно рухомих форм металів	23,0	4,0	5,0	2,0	0,7	3,0

Таблиця 10

Вміст рухомих форм важких металів у типових ґрунтах Феофанівської балкової системи (0-20 см шар ґрунту), мг/кг (P_{0,95})

Місце знаходження ґрунту	Вміст рухомих форм важких металів, мг/кг					
	Zn	Ni	Co	Pb	Cd	Cu
Схил. Лівий берег Паладінського ставка (Ф4)	0,30	0,60	0,10	<0,01	<0,01	0,30
Днище балки, заплава струмка біля Паладінського ставка (Ф5)	0,80	3,00	3,00	1,94	0,20	5,10
Нижня частина схилу, старий зсув, біля Паладінського ставка (Ф6)	0,60	1,20	0,20	0,24	0,20	0,70
Верхня частина схилу старий зсув, біля Паладінського ставка (Ф7)	0,50	1,30	0,10	0,24	<0,01	0,60
Вершина і поверхня схилу біля Паладінського ставка (Ф8)	0,70	1,14	0,30	0,04	<0,01	0,90

Найбільшим вмістом Zn в шарі ґрунту 0-20 см характеризувався ґрунт із підніжжя схилу та ґрунт (Ф5); найменшим відповідно Ф4. Найбільшим

вмістом Pb, Ni, Cu Co характеризувався ґрунт Ф5 (табл.10). В цілому концентрація рухомих форм досліджуваних

важких металів у ґрунті не перевищувала встановлені ГДК.

Аналогічно до одержаних результатів дослідження стосовно вертикального розподілу рухомих форм ВМ у типових ґрунтах Феофанівської балкової системи, виявлено тенденцію до збільшення кількості певних металів, в тому числі і свинцю у ґрунтах, розташованих на

підніжжі схилів Голосіївської балкової системи, що пов'язано із наявністю процесів поверхневого змиву. Так, найбільшим вмістом Pb та Cu характеризувався 0-20 см шар ґрунту на підніжжі схилу біля озера Дидорівка; максимальна кількість Pb, Cd, Ni, Co, Cu в 0-20 см шарі ґрунту знаходилась на дні Горіхуватської балки (табл.11).

Таблиця 11

Вміст рухомих форм важких металів у типових ґрунтах Голосіївського урочища, мг/кг

Варіанти	Zn	Ni	Co	Pb	Cd	Cu
Горіхуватська балка (вершина схилу)						
0-20	6,40	1,40	0,60	1,14	<0,01	0,70
20-40	0,50	1,50	0,34	1,14	<0,01	0,70
40-60	0,70	1,46	0,50	1,04	<0,01	1,00
60-80	1,10	3,00	0,38	2,94	0,60	1,10
80-100	0,60	1,30	1,00	0,24	0,50	0,80
Середня частина схилу						
0-20	0,60	1,10	1,20	0,44	0,60	2,70
20-40	0,70	1,14	0,70	0,64	0,70	1,40
40-60	0,50	1,00	0,30	0,24	<0,01	1,30
60-80	0,54	1,00	0,30	0,08	<0,01	1,40
Дно балки						
0-20	3,00	3,50	4,50	3,85	1,00	3,00
Пагорб біля ставків Тумбочки, Мітіно						
Розріз №4 (вершина схилу) 0-20 см	0,80	1,10	0,50	0,84	0,50	1,60
Розріз №5 (між балковий вододіл, випукла поверхня) 0-20 см	0,80	1,00	0,60	2,94	0,60	1,60
Пагорб біля Академічного ставка						
Розріз №1 (вершина схилу) 0-20см	1,40	0,70	0,60	1,94	<0,01	0,90
20-40 см	0,60	0,40	0,50	1,24	<0,01	0,90
60-80 см	0,60	0,40	0,50	1,14	0,10	0,80
Розріз №2 (середня частина схилу) 0-20 см	1,10	0,80	0,40	1,64	<0,01	0,70
20-40 см	0,70	0,30	0,40	0,74	<0,01	0,70
Пагорб біля ставка Дидорівка						
Вершина схилу 0-20 см	0,70	0,10	1,00	0,04	0,60	1,10
Верхня частина схилу 0-20 см	0,80	0,20	0,80	0,18	0,70	1,30
Нижня частина схилу 0-20 см	0,80	0,90	0,80	0,64	0,50	5,52
Підніжжя схилу 0-20 см	0,50	0,02	0,50	0,64	0,60	1,30
Донні відклади озера 0-20 см	0,70	0,10	0,60	0,44	0,20	1,20

Це пояснюється різним співвідношенням фульво- та гумінових кислот ґрунту Феофанівської та Горіхуватської балкової систем, що є визначним

чинником комплексоутворення за участю рухомих сполук ВМ у ґрунті [17-20]. Найбільшим вмістом Cd характеризувався 0-20 та 20-40 см шари ґрун-

тів, розташованих на середній частині схилу, дні Горіхуватської балки і верхній частині схилу, розміщеного біля ставка Дидорівка. Найбільшою кількістю Cu та Pb відмічався 0-20 см шар ґрунту дна Горіхуватської балки; слід відмітити, що вміст міді перевищував встановлені нормативи ГДК для рухо-

мих форм даного металу в 1,5 рази (табл.11) [17-20].

У конча-Заспівській зоні найменшим вмістом досліджуваних елементів характеризувався ґрунт у селищі Романків, відібраний у сосново-листяному лісі за 1 км від нової обухівської дороги (табл..12).

Таблиця 12

Вміст важких металів у 0-20 см шарі ґрунту Конча-Заспівської зеленої зони

Місце відбору	Вміст важких металів, мг/л					
	Zn	Ni	Co	Cd	Cu	Pb
Дамба р. Дніпро, (К-3-1)	2,8	1,0	<0,01	0,2	1,8	1,0
с. Романків, сосновий ліс (К-3-2)	2,5	0,7	<0,01	<0,01	1,5	0,5
с. Підгірці (К-3-3)	3,0	1,5	<0,01	<0,01	2,0	1,0
ГДК рухомих та потенційно рухомих форм металів	23,0	4,0	5,0	0,7	3,0	2,0

Кількість Zn у 0-20 см шарі ґрунту на цій пробній площі становила 2,5 мг/кг; Co і Cd- менше 0,01 мг/кг; Ni – 0,7 мг/кг; Pb – 0,5 мг/кг; Cu – 1,5 мг/кг. Ґрунт ділянок, розташованих біля дамби у селищі та у селищі Підгірці характеризувались більшим вмістом ВМ, що, можливо, пов'язано із близьким (100 м) розташуванням цих пробних площ до автошляху. Найбільшим вмістом цинку, нікелю, міді характеризувався ґрунт у селищі Підгірці та становив відповідно 3,0 мг/кг; 1,5 мг/кг; 2,0 мг/кг. В цілому, вміст важких металів у 0-20 см шарі ґрунту не перевищував встановлених нормативів ГДК для рухомих та потенційно рухомих форм на території Конча-Заспівської зеленої зони.

З метою встановлення можливих причин та територіального розподілу забруднення ВМ фітокомпоненту проводилось дослідження динаміки вмісту Zn, Co, Ni, Pb, Cd, Cu в деревині дуба звичайного за річними кільцями у місцях зростання Голосіївсько-

Феофанівської зони (табл.13). Аналізували усереднений зразок деревини, який відповідає 10-ти річному терміну зрощування дуба звичайного. Найбільшим вмістом Ni, Cu, Cd, Pb, Co відмічалась деревина дуба із місцем зростання у Східній частині Голосіївської зони (Мишоловка), що, очевидно, пов'язано із розташуванням у цьому районі таких об'єктів, як цементний та цегельний заводи, автобусний парк, кільцева дорога на відміну від Північної частини Голосіївської зони.

Розглядаючи динаміку вмісту ВМ у деревині за десятиріччями, необхідно зазначити, що пік максимальної концентрації Ni в деревині обох дубів був у 1980-1990рр., Cu - відповідно у 1990-2002 рр.. Для Cd була відмічена хвилеподібна динаміка вмісту із мінімальними концентраціями в 1990-2002 рр. Було встановлено закономірність поступового зменшення цинку у деревині обох дубів, що може бути пов'язано в певній мірі із дефіцитом

Zn як мікроелементу у ґрунті. Слід відмітити, що в деревині дуба обох зон дослідження вміст Co становив менше 0,01 мг/кг сухої речовини (табл.13). Особливу увагу привертає різке зниження приросту деревних кілець, а

отже і фітомаси, в 1986 рр. із подальшим поступовим зменшенням її нарощування по 2002 рр., що може бути пов'язано із наслідками Чорнобильської катастрофи.

Таблиця 13

Вміст ВМ у деревині дуба червоного (*Qerkus Robor L.*) за річними кільцями

Варіант	Метали, мг/кг с.р.					
	Zn	Ni	Co	Pb	Cd	Cu
<i>Північна частина Голосіївської зони (ВДХХ)</i>						
1962-1970 рр.	4,0	7,5	<0,01	0,5	0,5	5,0
1970-1980 рр.	3,0	0,5	<0,01	1,5	2,0	5,5
1980-1990 рр.	2,0	6,0	<0,01	0,5	1,0	6,5
1990-2002 рр.	2,0	3,0	<0,01	0,5	0,5	8,5
Σ	11,0	17,0	-	3,0	4,0	25,5
<i>Східна частина Голосіївської зони (Мишоловка)</i>						
1951-1960 рр.	2,0	5,5	<0,01	10,0	3,0	7,0
1960-1970 рр.	1,5	3,5	<0,01	2,5	<0,01	6,0
1970-1980 рр.	1,5	5,0	<0,01	3,0	1,5	6,5
1980-1990 рр.	1,5	4,5	<0,01	0,5	0,7	6,1
1990-2002	1,5	5,0	<0,01	1,0	<0,01	8,5
Σ	8,0	23,5	-	17,0	5,2	34,1

Найбільш чутливим видом до забруднення всіх ВМ із досліджуваних ранньоквітучих рослин виявилась мати-і-мачуха: вміст Zn, Ni, Cu, Pb, Cd у даній рослині був найвищим та ста-

новив відповідно 4,8; 9,6; 19,2; 3,2; 22,4 (табл.14). Це дає підставу стверджувати про доцільність використання даного виду ранньоквітучих рослин як індикатора важких металів у ґрунті.

Таблиця 14

Вміст важких металів у ранньоквітучих та трав'янистих видах рослин Голосіївського, Феофанівського та Конча-Заспівського урочищ, мг/кг с.р. (2002-2007 р.р.)

Варіанти	Вміст важких металів, мг/кг с.р.*					
	Zn	Ni	Co	Pb	Cd	Cu
Гусяча цибулька жовта (<i>Gagea Lutea (L) Ker-Gow</i>)	2,25	0,15	0,15	7,50	0,15	9,00
Мати-і-мачуха (<i>Tussilago farfara L.</i>)	4,80	9,60	0,32	19,20	3,20	22,40
Ветрянка лотична (<i>Anemone ranunculoides</i>)	3,45	6,90	2,30	11,50	2,30	13,80
Пшінка весняна (<i>Ficaria verna Huds</i>)	1,65	3,30	1,10	6,05	<0,1	7,70
Медунка лісова (<i>Pulmonaria obscura L.</i>)	2,80	4,20	1,40	6,30	<0,1	8,40
Зірочник ланцетовидний (<i>Stellaria holostea L.</i>)	7,50	2,40	<0,1	<0,1	<0,1	24,0
Конвалія звичайна (<i>Convallaria majalis L.</i>)	7,50	2,40	<0,1	5,0	2,5	20,0
Звіробій звичайний (<i>Hypericum perforatum L.</i>)	2,50	1,00	<0,1	7,5	<0,1	20,0

*P_{0,95}

Особливу увагу привертають результати дослідження щодо вмісту у рослинах мати-і-мачухи, вітрянки, звіробою, гусячій цибульці свинцю, який серед ВМ характеризується найменшою інтенсивністю біокумуляції шляхом кореневої фітофільтрації. Тому з певною мірою вірогідності можна говорити про наявність аерального шляху поглинання даного металу рослиною - найбільш типовий для Рb- а отже і про значний ступінь забруднення приземного шару атмосфери. Основними джерелами надходження свинцю до атмосфери є автотранспорт та викиди теплоелектроцентралей, що розташовані в радіусі досягнення зеленої зони за розою вітрів. Найбільшим вмістом цинку характеризувались зірочник та конвалія: його кількість становила 7,5 мг/кг. Найвища концентрація міді була у конвалії, зірочнику та мати-і-мачухи і складала відповідно 20; 24; 22,4 мг/кг. Оскільки *Tussilago farfara*, як і багато інших ранньоквітучих видів, відноситься до лікарських рослин, очевидна необхідність встановлення нормативів вмісту поллютантів, в тому числі і важких металів, у фітомасі рослин аналогічних до ГДК (гранично допустимих концентрацій) у культурних видів. Слід відмітити, що найбільш чутливим видом до Со із досліджуваних видів виявився *Anemone ranunculoides*: вміст даного металу у рослині був найбільшим та складав 2,3 мг/кг сух. реч.. Найбільшим вмістом міді характеризувались такі види: *Tussilago farfara*, *Convallaria majalis*, *Hypericum perforatum*, *Stellaria holostea*. Слід відмітити, що *Anemone ranunculoides* аналогічно до *Tussilago farfara* характеризувався високим вмістом Zn, Ni, Pb, Cd, Cu, що дає підставу стверджувати про можливість вико-

ристання даного виду для експресної оцінки стану ґрунту стосовно вмісту ВМ при проведенні територіальних екотоксикологічних досліджень. Ці види ранньоквітучих рослин також можуть бути використані при заходах щодо очищення ґрунту шляхом фітофільтрації відносно рухомих форм ВМ.

В цілому аналіз результатів дав змогу говорити про наявність феноценотичної закономірності, яка полягає у нерівномірному розподілі ВМ у фітомасі в результаті різних періодів фенофаз у рослинних видів. Очевидно, першого та найбільшого антропогенного пресингу зазнають саме ранньоквітучі трав'янисті види, у яких перша половина вегетації проходить за відсутності верхнього ярусу (зеленої фітомаси деревних та чагарникових видів) [17-21].

Аналіз результатів дослідження листових пластинок та пагонів поточного року деревних та чагарникових видів рослин, таких як граб звичайний (*Carpinus betulus L.*), верба козяча (*Salix caprea L.*), липа серделисна (*Tilia cordata L.*), клен гостролистий (*Acer platanoides L.*), бузина чорна (*Sambucus nigra L.*), дуб червоний (*Qerkus Robor L.*), черемуха звичайна (*Padus racemosa L.*) на досліджуваній території в цілому показав, що найбільш інтенсивне накопичення Zn та Cu відбувається у рослин Горіхуватської балкової системи Конча-Заспівської зеленої зони, Рb і Cd - Дидорівської та Феофанівської балкових систем, Ni – Конча-Заспівської зони (табл.15). Накопичення Cd та Рb - рослинами Дидорівської та Феофанівської балкової систем пояснюється розташуванням кільцевої дороги, головного Піроговського сміттєзбірника м. Києва, та ряду вище зазначених промислових об'єктів Схі-

дної частини Голосіївської зони. Найбільшим вмістом Cd відмічався клен гостролистий у місці зростання Горіхуватської балкової системи (насадження вздовж шляху Проспект 40-річчя Жовтня).

Максимальний вміст Рb було знайдено у бузини чорної у місці зростання Дидорівської балкової системи (ставок Мітіно), Cu – у липи серделисної, у місці зростання Горіхуватської балкової системи (насадження вздовж шляху Проспект 40-річчя Жовтня). Найбільша кількість Со була у верби козячої у місці зростання Горіхуватської балкової системи (насадження вздовж шляху Проспект 40-річчя Жовтня) та становила 1,4 мг/кг сухої речовини (табл.15). Слід відмітити, що у фітома-

сі всіх досліджуваних рослин Голосіївсько-Феофанівської зони вміст Ni становив менше 0,01 мг/кг сух.реч. за винятком клену гостролистого у місці зростання Горіхуватської балкової системи (насадження вздовж шляху Проспект 40-річчя Жовтня) та дуба червоного у місці зростання Феофанівської балкової системи: концентрація даного металу у листовій пластинці та пагонах поточного року становила відповідно 1,0 і 2,0 мг/кг сухої речовини. Найбільшим вмістом нікелю характеризувались рослини Конча-Заспівської зеленої зони. Кількість цього металу у фітомасі дуба червоного та черемухи звичайної складала відповідно 2,4 та 2,5 мг/кг.

Таблиця 15

Вміст важких металів у листовій пластинці деревних та чагарникових видів рослин Голосіївсько-Феофанівської та Конча-Заспівської зелених зон

Варіант		Вміст важких металів, мг/кг с.р.*					
		Zn	Ni	Co	Pb	Cd	Cu
Горіхуватська балкова система	<i>Carpinus betulus L.</i> (оз. Московського універмагу)	3,5	<0,01	0,4	3,5	0,1	3,8
	<i>Carpinus betulus L.</i> (оз. Академічне)	3,2	<0,01	0,1	2,0	0,8	3,8
	<i>Salix caprea L.</i> (пр-т 40 річчя Жовтня)	4,5	<0,01	1,4	0,5	0,8	3,8
	<i>Tilia cordata L.</i> (пр-т 40 річчя Жовтня)	3,8	<0,01	0,1	0,5	0,8	5,8
	<i>Acer platanoides L.</i> (пр-т 40 річчя Жовтня)	4,0	1,00	0,9	0,1	8,8	0,1
Дидорівська балкова система	<i>Sambucus nigra L.</i> (оз. Мітіно)	2,0	<0,01	0,4	5,5	1,3	0,3
	<i>Carpinus betulus L.</i> (оз. Гниле)	3,0	<0,01	0,7	1,0	0,3	2,3
	<i>Acer platanoides L.</i> (оз. Дидорівка)	2,5	<0,01	0,7	1,0	0,3	1,3
Феофанівська балкова система	<i>Tilia cordata L.</i> (оз. Паладіно)	5,0	<0,01	0,9	2,5	1,8	1,3
	<i>Carpinus betulus L.</i> (оз. Паладіно)	1,5	<0,01	0,1	1,5	1,8	0,3
	<i>Qerkus Robor L.</i> (джерело Святого Пантелеймона)	2,0	2,5	<0,01	<0,01	0,7	2,5
Конча-Заспівська зелена зона	<i>Padus racemosa L.</i> (дамба)	2,5	1,5	<0,01	<0,01	0,5	3,0
	<i>Qerkus Robor</i> (с. Романків)	2,4	3,0	<0,01	<0,01	0,7	2,0

*P_{0,95}**Висновки**

Виявлено, що вміст важких металів у воді джерел Феофанії не перевищував

встановлених нормативів ГДК, що дає підставу стверджувати про придатність її для господарчо-побутового викорис-

танья. Серед водних об'єктів Феофанії найменшим вмістом цинку та найбільшою концентрацією Cu характеризувався джерело „Сльози Божої Матері”. Кількість кадмію та свинцю у джерелах Феофанівської зеленої зони становила менше 0,001 мг/л. Для води джерел та ставка Феофанівської зеленої зони м. Києва характерна сезонна динаміка вмісту Cu, Zn, Cd, Pb, Co, Ni: кількість досліджуваних елементів збільшувалась в літній період. Вміст важких металів у воді ставів Голосіївської зеленої зони та водних об'єктах Конча-Заспівської зеленої зон також не перевищував встановлених нормативів ГДК. Серед досліджуваних водних об'єктів Голосіївської зеленої зони найнижчим вмістом всіх ВМ відмічався ставок Мітіно, який знаходиться у центральній частині та характеризується найменшим рекреаційним пресингом. Найбільшим вмістом ВМ характеризувались стави Голосіївський та Московський. Найбільшим вмістом Ni характеризувалась річка Козинка та чорно вільхове болото (розташовані на території Конча-Заспівської зеленої зони), Zn – Голосіївський та Острівний (останній розташований на території ВДНХ - Південно-Західна частини Голосіївського урочища), Co – Лебединий та Острівний (територія ВДНХ), Pb – Московський, Лебединий, Острівний, Козинка, Cu – Голосіївський ставок, болото біля селища Романків та річка Козинка.

Встановлено, що в зразках води ставка Дидорівка, Голосіївський, джерелі Пантелеймонівська копанка виявлено “слідові” кількості α -ізомеру гексахлорциклогексану (ГХЦГ). У зразках води джерела Святої Анастасії, “Сльози Божої Матері”, Св. Пантелеймона, ставка Академічному, ставку Лебединому пестицидів не виявлено

на рівні чутливості визначення 0,0001 – 0,001 мг/л, що значно нижче встановлених МДР та ГДК.

На території Голосіївсько-Феофанівської зеленої зони вміст важких металів (Cd, Pb, Zn, Cu, Co, Ni) у ґрунті не перевищував встановлених нормативів ГДК. Найбільшим вмістом цинку і свинцю характеризувався 0-20 см шар ґрунту підніжжя схилу, нікелю і міді – вершина схилу Феофанівської балкової системи коло Паладинського ставка. Середня частина схилу Феофанівської балкової системи коло Паладинського ставка характеризувалась нерівномірним розподілом ВМ у профілі ґрунту. Вміст Zn, Pb, Cu, Co, Ni, Cd був максимальний у шарах ґрунту 40-60 см - 60-80 см. Це пояснюється наявністю процесів поверхневого змиву хімічних елементів з вершини в напрямку підніжжя схилу. Аналогічно до одержаних результатів дослідження стосовно вертикального розподілу рухомих форм ВМ у типових ґрунтах Феофанівської балкової системи, виявлено тенденцію до збільшення кількості певних металів, в тому числі і свинцю у ґрунтах, розташованих на підніжжі схилів Голосіївської балкової системи, що пов'язано із наявністю процесів поверхневого змиву. Найбільшим вмістом Cd характеризувався 0-20 та 20-40 см шари ґрунтів, розташованих на середній частині схилу, дні Горіхуватської балки і верхній частині схилу, розміщеного біля ставка Дидорівка. Встановлено, що на території Конча-Заспівської зеленої зони кількість рухомих та потенційно рухомих форм важких металів (Cd, Pb, Zn, Cu, Co, Ni) у ґрунті також не перевищувала встановлених нормативів ГДК. Найменшим вмістом досліджуваних елементів характеризувався ґрунт у

селищі Романків, відібраний у сосновому лісі за 1 км від нової обухівської дороги. Найбільшим вмістом цинку, нікелю, міді характеризувався ґрунт у селищі Підгірці та становив відповідно 3,0 мг/кг, 1,5 мг/кг, 2,0 мг/кг.

Найбільш чутливим видом до забруднення всіх ВМ із досліджуваних ранньоквітучих рослин виявилась мати-і-мачуха: вміст Zn, Ni, Cu, Pb, Cd у даній рослині був найвищим та становив відповідно 4,8; 9,6; 19,2; 3,2; 22,4. Це дає підставу стверджувати про доцільність використання даного виду ранньоквітучих рослин як індикатора важких металів у ґрунті. Найбільшим вмістом цинку характеризувались зірочник та конвалія: його кількість становила 7,5 мг/кг. Оскільки багато ранньоквітучих видів відносяться до лікарських рослин, очевидна необхідність встановлення нормативів вмісту полутантів, в тому числі і важких металів, у фітомасі рослин аналогічних до ГДК (гранично допустимих концентрацій) у культурних видів. *Anemone ranunculoides* та *Tussilago farfara* характеризувались високим вмістом Zn, Ni, Pb, Cd, Cu, що дає підставу стверджувати про можливість використання даного виду для експресної оцінки стану ґрунту стосовно вмісту ВМ при проведенні територіальних екотоксикологічних досліджень. Ці види ранньоквітучих рослин також можуть бути використані при заходах щодо очищення ґрунту шляхом фітофільтрації відносно рухомих форм ВМ. В цілому аналіз результатів дав змогу говорити про наявність феноценотич-

ної закономірності, яка полягає у нерівномірному розподілі ВМ у фітомасі в результаті різних періодів фенофаз у рослинних видів. Очевидно, першого та найбільшого антропогенного пресингу зазнають саме ранньоквітучі трав'янисті види, у яких перша половина вегетації проходить за відсутністю верхнього ярусу.

Результати дослідження листових пластинок та пагонів поточного року деревних та чагарникових видів рослин, таких як граб звичайний (*Carpinus betulus L.*), верба козяча (*Salix caprea L.*), липа серцелисна (*Tilia cordata L.*), клен гостролистий (*Acer platanoides L.*), бузина чорна (*Sambucus nigra L.*), дуб червоний (*Quercus robur L.*), черемуха звичайна (*Padus racemosa L.*) на досліджуваній території в цілому показали, що найбільш інтенсивне накопичення Zn та Cu відбувається у рослин Горіхуватської балкової системи, Pb і Cd - Дидорівської та Феофанівської балкових систем, Ni – Конча-Заспівської зони. Накопичення Cd та Pb - рослинами Дидорівської та Феофанівської балкової систем може бути пояснене розташуванням кільцевої дороги, головного Піроговського сміттєзбірника м. Києва, та ряду вище зазначених промислових об'єктів Східної частини Голосіївської зони. Найбільшим вмістом Cd відмічався клен гостролистий у місці зростання Горіхуватської балкової системи (насадження вздовж шляху Проспект 40-річчя Жовтня). Найбільшим вмістом нікелю характеризувались рослини Конча-Заспівської зеленої зони.

Список літератури

1. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы)/ Н.Ф. Реймерс.– М.: Журнал “Россия молодая”, 1994. – 367 с.

2. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник/ Н.Ф.Реймерс.– М.: Мысль, 1990. – 638 с.
3. Серебряков В.В. Экология Голосіївського лісу/ В.В. Серебряков. - Київ: Фенікс, 2007. – 336 с.
4. Екологічний стан м. Києва: монографія/ [Бондар О.І., Троказ В.А., Риженко Н.О. та інш.]; за заг.ред. О.І. Бондаря. - К.: ТОВ «АМГ». - 2008. – 95 с.
5. Риженко Н.О., Кавецький В.М. Екотоксикологічна оцінка фітотоксичності Cd, Cu, Zn, Pb за умов моно- та мультиметалічного забруднення ґрунту / Н.О. Риженко, В.М. Кавецький // Наукові записки НАУКМА. -2009. – т.69.-С. 77-81.
6. Valavanidis A., Vlachogianni Th. Metal Pollution in ecosystems. Ecotoxicology Studies and Risk Assessment/ A. Valavanidis, Th. Vlachogianni //Science advances on Environment, Toxicology and Ecotoxicology issues. - 2010: www.chem-tox-ecotox.org/wp/wp-content/uploads/2010/01/02-Metals-17_01_2010.pdf
7. Риженко Н.О. Біокумуляція Pb, Cd, Zn,Cu при імпакті забрудненні – екотоксикологічний критерій якості довкілля / Н.О. Риженко // "Екологічні науки". - 2012. -№1.- с. 46-55.
8. Куценко С.А. Основы токсикологии: научно—методическое издание/С.А. Куценко. - С-Пб.:ООО: Издательство Фолиант, 2004. - 720 с.
9. Ernst H., Aspects of ecotoxicology of heavy metals in the Hars region - a guided excursion/H. Ernst, S. Kratz, F. Knolle, E. Schug. - 2004, 2:53-71: www.literatur.vti.bund.de/digbib_extern/bitv/xi033838.pdf
10. P. Mamatha, S. Salamma, A. V. N. Swamy, and B. Ravi Prasad Rao (2014) Quantitative and risk analysis of heavy metals in selected leafy vegetables, Der Pharma Chemica, 6(3), 179-185, (7 pages), <http://derpharmachemica.com/archive.html>
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыту/ Б.А. Доспехов.- М.: Агропромиздат, 1985.- С.313-316.
12. Методика моніторингу земель, що перебувають в кризовому стані/ [Медведев В.В., Лактіонова Т.М., Балюк С.А. та інш.]; за заг. ред. Медведева В.В. - Харків: ІГ, - 1998. – 88 с.
13. Шарло Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений / Г. Шарло – М.:Наука, 1969. – 657 с.
14. Кавецький В.М. Методичні вказівки по визначенню Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni в ґрунті, рослинах, у воді методом тонкошарової хроматографії, № 50-97 від 19.06.97./В.М. Кавецький, Н.А.Макаренко, А.М. Ліщук, Г.О. Буожис, С.В. Кавецький// Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах в кормах и внешней среде: сб. - К.: Минэкологии Украины, 2001. – Вып.29. – С. 18-24.
15. Крук Л.С. Метод газорідної хроматографії для визначення залишків пестицидів/Л.С. Крук // Захист рослин.-1999.-№7.-С.22.
16. Kavetsky V.M., Ryzhenko N.O. Physical and Chemical Criteria for Pesticides Determination and risk Assessment in Ecosystem/ V.M. Kavetsky, N.O. Ryzhenko// Polish J. Chem. – 2008. - vol. 82, No. 3 (2008). -pp. 361-369.
17. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В.Б. Ильин, А.И. Сысо. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. - С. 30-31.
18. Kabata-Pendias (2011) Trace Elements in Soils and Plants, CRC Press, Boca Raton, 2011.
19. Brian J. Alloway (Editor) Heavy metals in soils. Trace elements and Metalloids in Soils and their Bioavailability, Third edition / Alloway Brian J.- UK, Springer, 2010. - 235 p.
20. Riffat Naseem Malik, Syed Zahoor Husain, Ishfaq Nazir (2010). Heavy metal contamination and accumulation in soil and wild plant species from industrial area of Islamabad, Pakistan, Pak. J. Bot., 42(1), 291-301, (10 pages).
21. N.O. Ryzhenko, V.N. Kavetsky (2004). Criteria of bioaccumulation of toxic elements as a hygienic index of crop production quality. Problems of Nutrition, 3, 17-26, (9 pages).

УДК 504:631.459:622.3:553.541 (477)

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА РІЗНИХ СТАДІЯХ ОСВОЄННЯ РОДОВИЩ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ

Рудько Г.І.¹, Савлущинський О.М.²

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

² Міністерство екології та природних ресурсів України
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, Київ
dei2005@ukr.net

Розглянуто особливості геологічної будови і розробки покладів сланцевого газу. Описано технологію гідравлічного розриву пласта щодо впливу на навколишнє середовище. Визначено та проаналізовано головні екологічні загрози та ризики, які виникають в процесі видобування сланцевого газу. Запропоновано рекомендації, що дозволять запобігти останнім. Охарактеризовано перспективні регіони України для видобування газу з нетрадиційних покладів, визначено чинники екологічної небезпеки в їх межах. **Ключові слова:** сланцевий газ, вуглеводнева сировина, родовища, екологічні ризики, навколишнє середовище.

Рассмотрены особенности геологического строения и разработки залежей сланцевого газа. Описана технология гидравлического разрыва пласта по влиянию на окружающую среду. Определены и проанализированы главные экологические угрозы и риски, которые возникают в процессе добычи сланцевого газа. Предложены рекомендации, которые позволят предотвратить последним. Охарактеризованы перспективные регионы Украины для добычи газа из нетрадиционных залежей, определены факторы опасности в их пределах. Ключевые слова: сланцевый газ, углеводородное сырье, месторождения, экологические риски, окружающая среда.

Environmental security environment at different stages of development of shale gas. Rudko G., Savluchynskyy A. The features of the geological structure and development of shale gas. The technology of hydraulic fracturing on the impact on the environment. Identified and analyzed the main environmental threats and risks that arise in the process of extracting shale gas. The recommendations that will prevent the latter. Characterized promising regions of Ukraine for gas production from unconventional deposits, factors identified environmental hazard within them. **Keywords:** shale gas, hydrocarbons, deposits, environmental risks, environment.

В центрі уваги України постійно перебуває питання ефективного використання енергетичного потенціалу земних надр та одержання нових енергетичних джерел, розвитку національного нафтогазовидобутку для забезпечення енергетичної незалежності країни. За наявності достатнього вуглеводневого потенціалу Україна не може

забезпечити себе газом, а використання дорогого імпортного газу не дозволяє ані підвищити добробут населення та створити конкурентно спроможну експортну складову економіки держави.

Необхідність дослідження й використання нетрадиційних джерел вуглеводневої сировини задекларована як

альтернатива традиційним видам вуглеводневої сировини, зменшує енергозалежність і є чинником, що сприятиме посиленню техногенного навантаження та зниженню рівня екологічної безпеки в регіонах, перспективних для цих видів сировини.

До Енергетичної стратегії України на період до 2030 року включено питання оцінки потенціалу видобутку сланцевого газу, але початок великомасштабного комерційного видобутку затримується, оскільки цей процес є набагато складнішим, ніж видобуток традиційного газу [1].

Сланцевий газ належить переважно до розсіяного газу в порово-тріщинних порожнинах, пов'язаних із особливостями нашарування пелітоморфних

сланцевих товщ, включаючи газ закритих пор і сорбований мінеральними та органічними речовинами, приуроченими до слабопроникних пластів, що зумовлює низькі дебіти свердловин [6]. Газ складається з метану і його гомологів (етан, пропан, бутан) із сірководню, діоксиду вуглецю, азоту, водню і гелію, іноді спостерігається підвищений вміст радону. Проникність газоносних сланцюватих порід дуже низька (менше 0,1–1 мД), внаслідок чого їх матриця практично позбавлена ефективної пористості. Замість суцільної газової фази, яка міститься у суцільно-проникних колекторах, газ у сланцюватих породах знаходиться у вигляді газових бульбашок і в сорбованому вигляді (рис. 1).

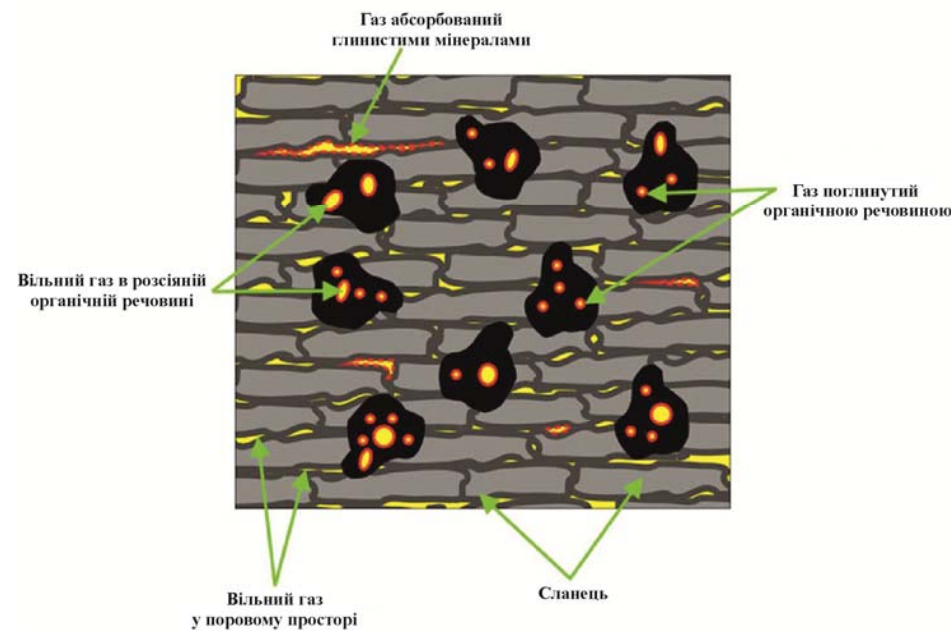


Рис. 1. Основні форми знаходження природного газу в сланцевих породах [22]

Специфічні особливості видобування сланцевого газу вимагають використання технологій буріння сверд-

ловин, спрямованих на підвищення їх продуктивності. Для того, щоби вилучити газ із сланцюватих порід, дово-

диться застосовувати складну і високовартісну технологію – буріння свердловин з горизонтальною частиною ствола, гідророзрив пластів і розклинювання тріщин пропантантами. Сучасна технологія видобутку сланцевого газу передбачає буріння однієї вертикальної свердловини і декількох горизон-

тальних довжиною до 2–3 км та здійснення гідравлічного розриву пласта (рис. 2). Гідравлічний розрив – це процес введення суміші води, піску та хімічних речовин в газоносні породи під надзвичайно високим тиском (500–1500 атм).

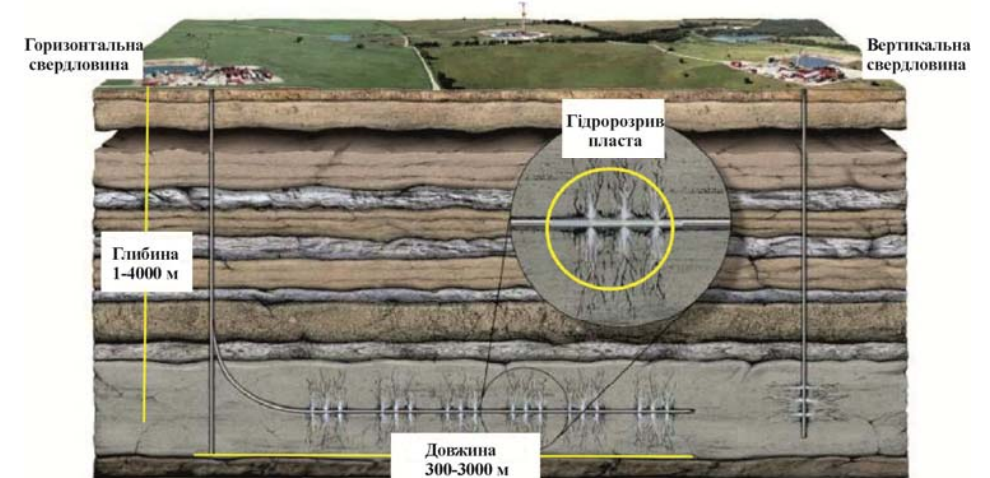


Рис. 2. Гідравлічний розрив пласта

Видобування нетрадиційних вуглеводнів суттєво впливає на природні ландшафти і екосистеми через використання земельних майданчиків для будівництва свердловин і розміщення обладнання для буріння та проведення гідророзриву.

Найбільше ризиків та загроз впливу на довкілля виникає у випадку традиційних родовищ та в процесі буріння й експлуатації свердловини і власного видобування газу.

Метою дослідження є визначення екологічних ризиків та загроз на різних стадіях видобутку газу "нетрадиційного" типу в Україні, а саме сланцевого газу.

Першою країною в світі, якій вдалось подолати значні технологічні,

екологічні та економічні проблеми реалізації проектів видобутку нетрадиційного газу, були США, які стали світовим лідером з видобутку і майже повністю задовольняють внутрішній попит країни власними ресурсами. Фактично США є єдиною районою, в якій активно розвивається видобування сланцевого газу, проте родовища сланцевого газу тут займають у середньому площу 300 на 50 км і розташовані на незаселених територіях. В Європі, у т. ч. й в Україні, таких незаселених площ немає [9].

На різних стадіях освоєння родовищ вуглеводнів ступінь впливу на навколишнє середовище змінюється. Умовно можна виділити кілька стадій техногенного навантаження (техноге-

незу), поява яких зумовлена різним впливом джерел техногенного навантаження на довкілля [6].

Характерними для джерел *первинного техногенезу* є те, що вони розсосереджені на значних площах, не піддаються контролю й оцінюванню їх впливу на довкілля, зумовлюють тимчасове відчуження земель, а їх вплив проявляється фрагментарно. *Вторинний техногенез* активізується при будівництві довгострокових споруд (бурових майданчиків, кушів свердловин, інших промислових і господарських об'єктів), які різною мірою впливають на компоненти довкілля. На етапі вторинного техногенезу існує небезпека забруднення гідросфери і ґрунтів продуктами відходів буріння, порушення ґрунтового покриву, ушкодження лісів, прояв небезпечних геологічних процесів.

Третинний техногенез настає при експлуатації інфраструктури видобувного підприємства. Переважно для приповерхневої частини літосфери ця стадія виявляється розвитком небезпечних (екзогенних) геологічних процесів, що пов'язані з експлуатацією стаціонарних пристроїв (осідання поверхні, зсуви, інші зміни і явища під лінійними спорудами); забрудненням ґрунтового покриву, підземних і поверхневих вод флюїдами, що видобуваються, побутовими стоками, продуктами технології підготовки нафти і газу, паливно-мастильними матеріалами, іншими речовинами.

На відміну від джерел первинного і вторинного техногенезу вплив джерел третинного техногенезу вкрай складно піддається вивченню і прогнозуванню, оскільки він виявляється на пізніших стадіях освоєння родовищ. Їх прояв не виключений також і після ліквідації

інфраструктури родовища (наприклад, засолення водоносних горизонтів із прісними підземними водами внаслідок вертикальної міграції солоних вод уздовж позатрубного простору неякісно заглишених свердловин або через літологічні вікна в перекирваних породах).

На стадії підготовки та вивчення ділянки видобування (якщо родовище нетрадиційного газу є новим) компанія-розробник спочатку аналізує первинну інформацію (зокрема, геологічні оцінки) та проводить буріння кількох пошуково-розвідувальних свердловин. Саме за результатами розвідання та обробки деталізованих даних компанія приймає рішення щодо повноцінного видобування. Тривимірне сейсмозвідування та мікросейсмозвідування використовують для кращого визначення меж підземних структур, а також (завдяки технології обчислення залежності амплітуди відбиття від відстані) для оцінювання прямих ознак вуглеводнів [10]. Це дозволяє виявляти газ у малих, складно доступних колекторах, які не розпізнавалися попередніми методами. Окрім власне розвідки, 3D-сейсміку використовують у ході промислового видобування для моніторингу та контролю проведення різних стадій ГРП.

Місцерозташування об'єкта в межах ліцензійної ділянки обирають з урахуванням не тільки геологічних структур ділянок надр, але й інших показників, у тому числі наближеності населених пунктів та існуючої інфраструктури, стану місцевого довкілля, доступності водних запасів, можливостей утилізації відходів, а також наявності сезонних обмежень [11].

Після визначення місця для свердловини компанія повинна отримати

права на використання землі та звернутися до відповідних органів влади за дозволом на будівництво. Компанія має в обов'язковому порядку надати проект оцінки впливу процесів буріння на навколишнє середовище (ОВНС), який має пройти низку експертиз (у т. ч. екологічну) та перевірок (зокрема, на предмет безпеки праці), в ході яких детально вивчатиметься обладнання, напрямки майбутнього буріння, параметри кластера, наближеність до шахт або існуючих свердловин, геологію, графік роботи, ризики протікання рідин, а також плани з облаштування.

Буріння горизонтальних та похило-спрямованих свердловин використовують через те, що чимало природних тріщин у пластах нетрадиційного газу є вертикальними. Відтак, при бурінні вертикальних свердловин більша їх частина є незадіяною. Проходження горизонтальної частини ствола через весь пласт дозволяє перетнути більшість таких щілин [12]. Порівняно з традиційним бурінням такі свердловини покривають більші площі під землею та дозволяють скоротити обсяг використання земель на поверхні [13]. Розміщення на одному майданчику кластера з кількох горизонтальних свердловин дозволяє ще більше скоротити ці площі, а отже зменшити негативний вплив на довкілля, витрати на розбудову інфраструктури і експлуатаційні витрати, а також знизити рівень шуму та інтенсивність руху вантажного транспорту.

Будівництво свердловини для видобутку нетрадиційного газу поділяється на дві фази – буріння та облаштування. Під час буріння у свердловину закачують буровий розчин, який, серед інших завдань, контролює тиск і

видаляє шлам зі свердловини. Буровий розчин зберігають в мобільних контейнерах або викопаних ізольованих резервуарах. Після використання буровий розчин разом із намитим шламом підлягає екологічно безпечній утилізації. Для уникнення надходження технологічних розчинів і рідини для ГРП у водоносні горизонти при будівництві свердловин створюють два шари непроникних бар'єрів, у тому числі металеві обсадні колони та цементування. Найважливішими конструктивними особливостями такого захисту є буріння свердловини відповідно до проекту, розміщення обсадної колони в центрі стовбура свердловини, що перевіряється перед її цементуванням (за допомогою централізаторів, розміщених через однакові відстані вздовж корпусу обсадної колони), а також якісний цементний розчин.

Для визначення оптимального облаштування свердловини потрібен ретельний аналіз структури колектора, пористості й проникності порід, рівня насиченості, тиску і температурних градієнтів. Відразу після завершення буріння кінець обсадної колони, яка зацементована по всій довжині стовбура свердловини аж до газоносних порід, перфорують його для безпосереднього розкриття продуктивного пласта. У процесі видобування вуглеводневої сировини отримують також відпрацьовані розчини і відходи, для яких створюють окрему програму поводження та утилізації.

Вода, що підіймається до гирла свердловини після проведення ГРП, підлягає збиранню, очищенню від хімікатів та утилізації. Найприйнятнішим методом знешкодження стічних вод є утилізація, що застосовується й на родовищах традиційної сировини –

закачування СПВ у підземні водоносні горизонти зони уповільненого водообміну. Повторне використання такої води істотно зменшує необхідність забору води з природних джерел.

Вплив розвідки та експлуатації родовищ вуглеводнів нетрадиційного типу потрібно розглядати як окремо по компонентах довкілля (атмосферне повітря, водні об'єкти, ґрунти, рослинний і тваринний світ, мікроклімат, надра, ландшафти), так і в комплексі. Особливу увагу слід приділяти потенційним джерелам впливу. Це комплекси і споруди, що будуть створюватись для виробничої інфраструктури при розробці родовищ. Як основні види впливу на довкілля при розвідці та розробці родовищ цього типу потрібно розглядати хімічне і фізичне забруднення.

Охорона водних ресурсів під час розробки сланцевого газу викликає серйозне занепокоєння не тільки в Україні і є одним із найбільш спірних питань у розробці сланцевого газу в світі. Через те, що технологія видобування сланцевого газу використовує спрямоване буріння і часто може розташовувати допоміжні споруди на централізованій ділянці, споруди з видобування сланцевого газу мають бути розміщені, щоб не порушувати водойми. Винятком може бути розташування та побудова трубопроводів та інших лінійних об'єктів, пов'язаних з видобуванням та транспортуванням газу, що мають проходити над чи під водоймами. За винятком цих рідких випадків прямого впливу на водойми, мають бути враховані важливі потенційні впливи на кількість та якість водних ресурсів, що включають:

– використання великої кількості води для гідравлічного розриву;

– забруднення підземних та поверхневих вод скиданням стічних вод (короткострокове) та видобутою водою (довгострокове);

– ерозія та зливні стоки через пошкодження землі внаслідок короткострокової будівельної діяльності та довгострокової промислової діяльності, включаючи використання існуючих та нових доріг;

– забруднення підземних та поверхневих вод внаслідок неправильного або неналежного цементування, обшивки свердловин та гідравлічного розриву.

Видобування сланцевого газу пов'язане з використанням великих обсягів води, яка закачується у свердловину разом із піском та хімічними речовинами для виконання гідравлічного розриву та для буріння свердловин, тестування трубопроводів та обробки видобутого газу. В процесі видобування сланцевого газу може використовуватися вода із поверхневих джерел, централізованих систем водопостачання, підземних джерел, а також частково зворотна вода з попередніх свердловин. Вибір джерела водопостачання залежить від місцевих умов, законодавчих норм та економічних факторів. Обсяги використання води для буріння і гідророзриву на кожну свердловину можуть суттєво відрізнятися на різних родовищах сланцевого газу і навіть на свердловинах одного родовища.

Зворотна вода містить не лише воду, яка була закачана в свердловину, а й природну воду, яка містилася в товщі сланцевих порід та вивільнилася під час гідророзриву. Така суміш може мати високий вміст солей, а також містити органічні речовини, метали та природні радіоактивні речовини. Ос-

новними способами поводження зі зворотною водою є закачування її у спеціальні утилізаційні свердловини, очищення та скид у поверхневі водні об'єкти та повторне використання. Воду зі зворотного плинну очищують, в першу чергу, від солей. Найбільш поширеним методом очищення є використання селективних мембран, які під високим тиском фільтрують іони солей або спеціальних суспензій, які кристалізують солі в осад. Щоб позбутись небезпечних мікроорганізмів, проводять також дезінфекцію рідини. Зворотна вода після очищення може знову використовуватися в інших свердловинах, закачуватися в старі свердловини (утилізаційні свердловини) чи зберігатися на поверхні в спеціальних резервуарах.

Забруднення підземних вод вуглеводнями та хімічними речовинами, які використовуються для буріння та виконання гідророзриву пласта, вважається чи не найбільшим екологічним ризиком при видобуванні сланцевого газу. Причиною забруднення підземних вод можуть бути природні вертикальні розломи в товщі порід, зміна гідрологічного режиму внаслідок закачування великої кількості води, порушення цілісності обмуровування та обсадки свердловини, розливи рідини для гідророзриву або бурового шлама на поверхні тощо.

Основні типи потенційного забруднення підземних вод внаслідок видобутку сланцевого газу – це проникнення газоподібних вуглеводнів (метану, етану, пропану) у водоносні горизонти, забруднення підземних вод хімічними речовинами для гідророзриву внаслідок розливів на поверхні або технологічних помилок під час проведення гідророзриву, проникнен-

ня забруднюючих речовин (солей, важких металів) із глибоких горизонтів у водоносні горизонти.

Потенційна небезпека порушення правил при гідророзриві з використанням хімічних сполук, що може призвести до серйозних наслідків для довкілля, завжди існує, проте при правильному використанні вони є безпечними. Дослідження, які роками проводяться на території США, свідчать, що ймовірність забруднення води при гідророзриві виникає не від самого факту його проведення, а через помилки при проектуванні, неналежне цементування, неправильне поводження з хімічними речовинами. Саме тому дуже важливо контролювати якість виконання робіт оператором, дотримуватись відповідних стандартів і вимог до процесу видобування, здійснювати постійне регулювання і нагляд [15].

Важливим побічним продуктом видобування сланцевого газу є викиди метану під час видобутку та транспортування (витоки) та опосередковано, викиди двоокису вуглецю від використання енергії під час виробничих процесів (непрямі викиди). Крім того, викиди двоокису вуглецю відбуваються під час спалення природного газу зі сланцевих родовищ кінцевими споживачами. Витоки при видобуванні сланцевого газу відбуваються, коли разом із зворотною водою, яка повертається на поверхню через стовбур свердловини після проведення гідравлічного розриву, виділяється значна кількість метану. Додаткові викиди метану відбуваються при розбурюванні пробок, що відокремлюють різні стадії гідророзриву до початку видобутку природного газу. Для його запобігання оператори повинні вести постійний моніторинг і контроль на свердловині до, під

час та після видобування газу. Одним із варіантів забезпечення такого нагляду є будівництво моніторингових станцій по всьому периметру бурової або контроль викидів безпосередньо біля гирла свердловини.

На основі вищевикладеного можна виділити основні рекомендації для мінімізації потенційних екологічних ризиків видобування сланцевого газу:

1. для убезпечення від потрапляння розчинів, які використовують для гідророзриву пласта, до джерел води та екосистем, кожному свердловину слід оснащувати сталевими обсадними колонами, які опускають нижче водонесних зон і відповідного водонепроникного шару. Проміжок між стінками обсадних колон і породою має бути заповнений цементом, що створює додатковий захисний шар;

2. тиск під час гідророзривів слід визначати індивідуально залежно від характеристик конкретного пласта з таким розрахунком, щоб тріщини в товщі сланців (а, відповідно, й рідина, що вводиться), поширювалися вгору і вниз від ствола свердловини на відстань не більше 30-100 м;

3. рідину, яку відкачують на поверхню разом із газом і пластовими водами, обов'язково слід утилізувати або використовувати для наступних гідророзривів;

4. у районах розвідки передбачити можливість утилізації значних обсягів технічної породи, яка відбирається під час бурових робіт (близько 1350 м³ на кожні з 6-ти свердловин);

5. враховувати можливість міграції сланцевого газу від місця його розробки на значну відстань (до 20 км) з його неконтрольованим виходом на поверхню чи потраплянням до резервуарів питної води;

6. для уникнення небезпеки забруднення довкілля хімічними речовинами, що використовуються в рідинах для гідророзриву (досвід США та ЄС), слід розробити жорсткі нормативи їх застосування, перевезення і зберігання, а також здійснювати необхідні інспекційні перевірки, в т.ч. герметичності контейнерів, у яких перевозяться і зберігаються хімічні речовини [21].

Необхідно враховувати екологічні ризики при закачуванні в надра технологічних розчинів для гідророзриву гірських порід. Для виявлення та оцінки таких ризиків, зокрема, щодо забруднення основних горизонтів прісних підземних вод, які є стратегічним ресурсом гарантованого питного водопостачання, необхідні дослідження з використанням сучасних технологій [7].

Галузі, які беруть активну участь у розвідці та видобутку нетрадиційного газу, повинні гарантувати, що забруднення водних ресурсів (територіальних, морських і підземних) не перевищує певний максимум концентрації хімічних речовин і забруднювачів. Необхідно розробляти програми моніторингу та створювати адекватні інформаційні системи для інформування громадськості. Першим необхідним кроком у довгостроковому використанні цього газу є потреба у розробці стратегії моніторингу і розвідки для України. Перед проведенням масштабної розвідки слід впровадити необхідну нормативну базу для створення безпечного середовища для України та можливих інвесторів.

Енергетика має надзвичайно важливе значення для економіки та чинить великий вплив на більшість галузей які залежать від її функціонування. Надійне, стабільне, достатнє, економі-

чно ефективне, екологічно прийнятне забезпечення енергетичними ресурсами економіки країни є запорукою її енергетичної безпеки, а отже сталого розвитку. Перспективи видобутку сланцевого газу в Україні вирішальною мірою залежать від розв'язання екологічних проблем, що супроводжують розвиток виробництва. Тому, передусім потребують чіткого визначення комплекс екологічних, соціальних наслідків та економічних вигод для побудови максимально ефективної політики розвитку енергетики.

Необхідно провести ретельні дослідження з метою уточнення умов видобутку сланцевого газу та прогнозування наслідків його впливу. Проведення цих робіт має бути прозорим, а результати – відкритими. До початку видобутку сланцевого газу необхідно підготувати відповідну інфраструктуру.

Проведення робіт з вивчення проблеми сланцевого газу включає:

– збір та аналіз даних про світові ресурси вуглеводнів, пов'язаних із сланцевими товщами, геологічний і літолого-стратиграфічний аналізи потенційних об'єктів та товщ сланцевих басейнів України;

– аналіз матеріалів буріння і геофізичних досліджень у межах цих об'єктів та вивчення речовинного складу, петрофізичних, петрографічних, мінералогічних особливостей сланців, вивчення форми знаходження вуглеводнів, їх компонентного складу, ізотопії, аналіз можливостей геофізичних методів, зокрема 3-D моделювання, для попередньої оцінки потенційного значення сланців як джерела вуглеводнів;

– створення геолого-геохімічної моделі родовищ вуглеводнів,

пов'язаних із сланцевими товщами, розробка наукових основ оцінки ресурсів і запасів сланцевого газу, геолого-економічна оцінка доцільності промислового освоєння родовищ вуглеводнів, пов'язаних із сланцями.

Основними екологічними загрозами та недоліками розвідки і видобування сланцевого газу на території України є:

– значне порушення поверхні, втрата природних ландшафтів, вилучення великих земельних площ з ризиком незворотної втрати родючих ґрунтів;

– вилучення значних об'ємів води (від 5 до 20 тис. м³ на одну свердловину), якої в Україні і зараз не вистачає, навіть для питних потреб;

– застосування технології гідророзриву з використанням хімічних речовин, небезпечних для довкілля, може призвести до забруднення водонесних горизонтів і втрати підземних питних джерел. Очевидними є технологічні проблеми зберігання і очистки сотень тисяч тонн забруднених вод через відсутність підприємств, що можуть знешкоджувати такі відходи. В Україні відсутні екологічні нормативи для частини хімічних речовин, що застосовуються у процесі буріння, випробування та експлуатації свердловин;

– існує велика ймовірність виникнення деформацій поверхні, підвищення сейсмострушуваності, так званих техногенних землетрусів. Тому застосування гідророзриву в таких умовах може призвести до неконтрольованого поширення технологічних рідин та газів у геологічному середовищі [20].

Оцінка запасів прісної води, у тому числі для технологічних потреб, та загрози її забруднення мають враховуватись при прийнятті рішень щодо

видобутку сланцевого газу у першочерговому порядку. Більшості прямих негативних впливів на водні об'єкти можна уникнути при забезпеченні гнучкості у розміщенні споруд з розвитку сланцевого газу. Найкращий міжнародний досвід та моніторинг забезпечення виконання законів треба впроваджувати на кожному етапі розробки сланцевого газу: дозвіл на свердловину, взяття зразків перед бурінням, стандарти будівництва свердловини, завершення її облаштування, підключення трубопроводів, видобування газу, завершення її роботи.

За результатами наукових досліджень та з урахуванням світового досвіду слід проводити випереджальну інформаційну кампанію серед місцевих громад щодо переваг і ризиків видобутку сланцевого газу.

Оскільки на сьогодні в Україні досвіду спорудження свердловин саме на сланцевий газ немає, то важливим є вивчення та узагальнення світового досвіду, що дає змогу вдосконалити технології спорудження свердловини. Окрім питань технологічного характеру гостро постає питання екологічної безпеки. Основне занепокоєння викликає метод гідророзриву пласта (ГРП або hydrofraking), який використовується для видобутку нетрадиційних видів газу, що може призвести до забруднення водоносних горизонтів, виникнення землетрусів, сприяти неконтрольованому виходу газу на поверхню.

Більшість експертів сходяться на думці, що за запасами сланцевого газу Україна посідає 4 місце в Європі після Польщі, Франції, Норвегії. За попередніми оцінками, прогнозні ресурси сланцевого газу в Україні становлять 5–8 трлн м³, при цьому видобувні – 1–1,5 трлн м³. Найбільш перспективними

регіонами для видобутку нетрадиційних вуглеводнів в Україні є Західний і Східний нафтогазоносні регіони. Ресурси газу щільних порід можуть становити від 2 до 8 трлн м³: у Східному регіоні – 3–8,5 трлн м³, Західному – 1–2 трлн м³. Прогнозні ресурси газу слабопроникних верхньокрейдяних відкладів Карпатського регіону оцінено в 1,1 трлн м³ [16]. Ці нафтогазоносні регіони є зонами, що потребують посиленого екологічного контролю.

У межах Східного нафтогазового регіону перспективними щодо відкриття родовищ природного газу є традиційний газ, газ ущільнених порід, сланцевий газ, газ вугільних пластів на території Юзівської площі, що розташована в Донецькій та Харківській областях (рис. 3). Дослідження засвідчили, що потенційні родовища ділянки, загальна площа якої становить 7800 км², здатні щороку давати 10 млрд м³ природного газу [7].

У січні 2013 року енергетична компанія «Шелл», ТОВ «Надра Юзівська» і Уряд України підписали угоду про розподіл продукції на розвідку, розробку і видобуток вуглеводнів на території Юзівської ділянки [23].

Початковий етап геологічного вивчення на Юзівській ділянці передбачає отримання двохвимірних та трьохвимірних сейсмічних даних та буріння свердловин. Вважається, що це дасть змогу провести ефективну розвідку та оцінку існуючих покладів вуглеводнів, зокрема, оцінку потенціалу природного газу в ущільнених пісковиках Юзівської ділянки. Передбачається, що Юзівський проєкт буде реалізований відповідно до міжнародних стандартів охорони навколишнього природного середовища та соціальної відповідальності.



Рис. 3. Схема розташування Юзівської площі

До початку реалізації Проєкту з розвідки, розробки і видобутку вуглеводнів на території Юзівської ділянки було проведено комплексну оцінку стану навколишнього середовища. Метою цих досліджень було:

- визначення стану навколишнього, соціального середовища і здоров'я населення до початку проведення будь-яких робіт, пов'язаних з розвідкою або видобутком вуглеводнів;
- визначення потенційних ризиків та потенційних змін об'єктів на досліджуваній території та встановлення наявності слабких місць у наявній документації з навколишнього середовища;
- створення картографічної геоінформаційної бази даних із визначеними екологічними і соціальними об'єктами та інфраструктурою.

Встановлені компоненти довкілля і соціальної сфери на території Юзівської ліцензійної ділянки, які можуть зазнавати прямого або непрямого впливу під час реалізації етапів Проєкту. Найвразливішими серед них є:

- ґрунтові і поверхневі води;
- питне водопостачання населених пунктів;
- стан забруднення ґрунту, води і атмосферного повітря;
- рідкісні і цінні види рослин і тварин, що мешкають на території ділянки;
- спеціальні охоронні території (природно-заповідний фонд);
- здоров'я населення;
- землекористувачі (промисловість, сільське господарство, видобувна галузь, населені пункти);
- об'єкти археологічної і соціально-культурної спадщини.

Крім того, було проведено оцінку сейсмічної активності території, проаналізовано рівень шумового забруднення території, оцінено забруднення снігового покриву на основі аналізу космічних знімків, зроблених у зимовий період, здійснено пошук і картографування об'єктів, які можуть обмежити реалізацію проекту.

Юзівська перспективна площа, де вже пробурено перші дослідні свердловини у Біляївську-400 та Ново-Мечибилівську-100, характеризується особливими чинниками екологічної небезпеки на шляху до видобування "нетрадиційного" газу:

– ділянка розміщена в межах техногенно навантаженого регіону;

– розломні зони є потенційними шляхами вертикальних перетікань забруднювальних речовин від зон гідророзривів до питних водоносних горизонтів (сеноманського, юрського);

– складність геологічної будови – складчастість (Південнодонбаська складчасто-блокова монокліналь);

– Східний регіон України є маловодним, водозабезпечення здійснюється переважно з поверхневих джерел (р. Сіверський Донець) та магістральними каналами. Існує загроза втрати стратегічних запасів підземних вод Харківської та Донецької областей, а також можливого забруднення ріки Сіверський Донець;

– існування бальнеологічних курортів (Слов'янськ, Світлогорськ), спелеосанаторію "Соляна симфонія", родовища кам'яної солі в Соледарі.

Через економічну недоцільність виконуються роботи з підготовки свердловин до ліквідації, а бурові майданчики – до рекультивції. Одним із ключових питань, що хвилює громадськість, є утилізація відходів. Україн-

ські природоохоронні стандарти дозволяють утилізувати відходи буріння безпосередньо на майданчику, але компанія "Шелл" ухвалила рішення про розміщення відходів на спеціалізованому полігоні, а не на буровому майданчику, а такий варіант утилізації є більш дорожчим. Розпочато роботи з вивезення відходів буріння та їх утилізації на Дергачівському полігоні у Харківській області. Рідину, яка вийшла із свердловини після проведення гідророзриву на Біляївській-400, було вивезено й утилізовано на спеціалізованому підприємстві у Харкові. На свердловині Ново-Мечибилівська-100 у Близнюківському районі гідророзрив не проводився.

У межах Західного нафтогазоносного регіону виділено тільки одну ліцензійну ділянку – Олеську площу, що розташована на густонаселених територіях Івано-Франківської та Львівської областей (рис. 4).

За результатами проведеного аналізу, обсяги видобутку сланцевого газу на Олеській ділянці станом на 2030 рік можуть становити 2,8 млрд м³ на рік в песимістичному сценарії, 5,6 млрд м³ на рік – у базовому сценарії та 11,1 млрд м³ на рік – в оптимістичному. Для досягнення таких обсягів видобутку потрібно пробурити близько 1000 свердловин, для яких необхідно буде створити біля 200 майданчиків площею від 1 до 3 га [17].

У листопаді 2013 р. Урядом України та компанією «Шеврон Юкрейн Б.В» підписано угоду на роботи з пошуку й видобутку сланцевого газу на Олеській площі. Перед цим Міністерством екології та природних ресурсів було проведено державну екологічну експертизу проекту видобування вуглеводнів на цій ділянці, якою визначе-

но основні типи екологічних ризиків, що супроводжують видобуток газу з нетрадиційних джерел [24]:

– збереження земельного фонду в межах ділянки надр, наданої в користування, шляхом її зменшення при розробці шляхом кушового буріння декількох свердловин з однієї точки;

– уникнення виснаження та забруднення водних ресурсів внаслідок

захисту ґрунтових і приповерхневих вод від реагентів, які використовують при гідророзриві пласта під час проходження розчину під тиском, особливо на рівні водоносного горизонту, а також під час проведення самого гідророзриву та зменшення кількості води, необхідної для здійснення повного циклу видобутку.

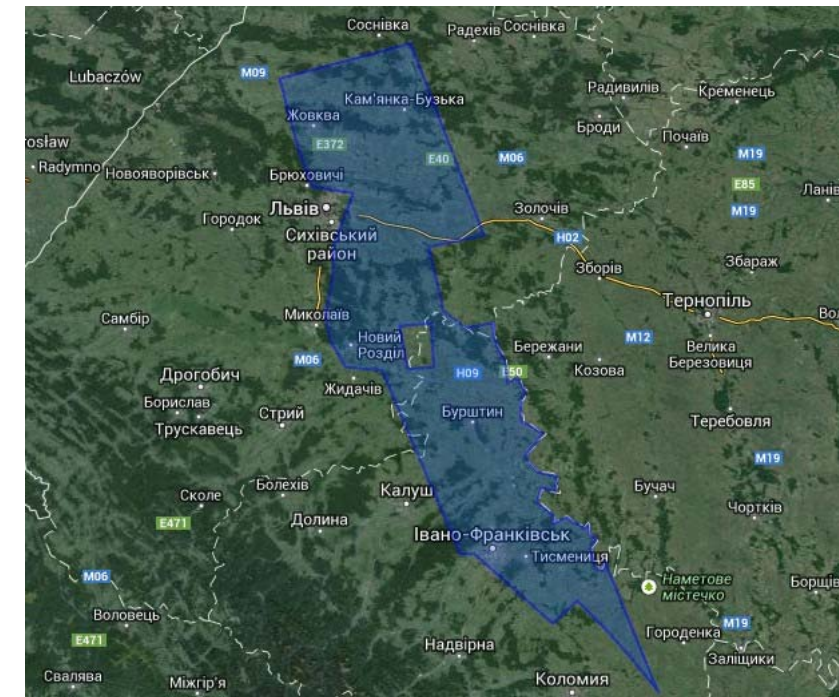


Рис. 4. Схема розташування Юзівської площі

Основними чинниками екологічної небезпеки на шляху до видобування "нетрадиційного" газу у Західному регіоні України, зокрема в межах Олеської ліцензійної ділянки, є:

– існування природоохоронних, екологічно вразливих територій, родовищ питних і мінеральних підземних вод (у межах Олеської площі розміщені водозабори для господарсько-

питного водопостачання міст північної частини Львівської обл., а також м. Львів; мінеральна вода "Олеська");

– складна тектоно-геодинамічна ситуація, структурно-тектонічна будова. Частина площі характеризується підвищеною сейсмічністю і тектонічною порушеністю – розломні зони можуть бути потенційними шляхами вертикальних перетікань забруднюва-

льних речовин від зон гідророзривів до водоносних горизонтів;

– велика щільність населення та його рівномірний розподіл у межах території;

– невизначеність із джерелами води для проведення гідророзривів і природними шляхами утилізації технологічних рідин. На Олеській площі планованого видобутку зараз знаходяться основні водозабори для комунального водопостачання всіх міст північної частини Львівської області, в тому числі й м. Львова;

– розвинена інженерна інфраструктура.

Також межі Олеської та Юзівської площ накладаються на існуючі об'єкти природно-заповідного фонду, де знаходяться рідкісні види флори і фауни не тільки "Червоної книги" України, але й Європейських списків. Цінні рекреаційні території мають потужний та оздоровчий потенціал, а також низьку родовищ цілющих мінеральних вод.

Для створення екологічної безпеки необхідно розробити комплекс природоохоронних заходів. Останні слід поділити на заходи: з охорони атмос-

ферного повітря; з охорони та раціонального використання водних ресурсів; заходи щодо покращення роботи з відходами виробництва, зниження їх утворення; заходи з охорони ґрунтів і земельних ресурсів.

Висновки. Дослідження нетрадиційних покладів вуглеводнів (сланцевого газу) необхідно розглядати через призму екологічної безпеки геологічного середовища за будь-якого виду робіт, що пов'язані з пошуком, розвідкою і розробкою родовищ вуглеводневих газів у сланцевих товщах та подальшим освоєнням ресурсів вуглеводнів.

Загалом, освоєння ресурсів вуглеводневого газу в слабопрониклих відкладах може істотно підвищити паливно-енергетичне забезпечення України власною сировиною. Проте, разом з цим необхідні цілеспрямовані наукові та експериментальні дослідження з визначення рівня екологічної безпечності освоєння ресурсів вуглеводневого газу, запобігання й мінімізації негативного впливу на екологічний стан геологічного середовища.

Література

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 р., схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071-р.
2. House of Commons. Energy and Climate Change Committee. Shale Gas //Fifth Report of Session 2010-12 :Volume I. – 2011. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.parliament.uk/ecc>
3. Modern Shale Gas Development in the United States: a Primer. – 2009. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://energy.gov/>
4. Касянчук С.В., Мельник Л.П., Кондрат О.Р. Особливості розробки покладів нетрадиційного газу // Нафтогазова галузь України. – 2013. – № 2. – С. 38–44.
5. Масвський Б.І. Щодо природи сланцевого газу і ефективності його пошуків / Б.І. Масвський, С.С.Куровець, В.Р. Хомин, Т.В. Здерка // Нафто- газова промисловість. – 2012. - № 3. – С. 50-54.
6. Рудько Г.І., Нецький О.В., Григіль В.Г. Постійно діючі різномасштабні еколого-технологічні моделі нафтогазоносних надр // Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин України та проблеми надрокористування (20 років ДКЗ): Зб. наук. пр. – Київ, 2013. С. 58–78.
7. Лялько В.І., Азімов О.Т., Яковлев С.О. Аерокосмічні та гідрогеологічні методи у вирішенні завдань екологічної безпеки при видобутку сланцевого газу в Україні / Екологія і природокористування, 2013, Випуск 16

8. Гаврило В.Я. Будьоний О.П. Оцінка екологічної безпеки розроблення родовища сланцевого газу // Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету технічних систем та енергоефективних технологій (м. Суми, 14–17 квітня 2015 р.): у двох частинах / редкол.: О. Г. Гусак, В. Г. Євтухов. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – Ч. 2. – 199 с.
9. Крупський Б.Л. Видобування традиційного та нетрадиційного природного газу в Україні: стан, проблеми та перспективи (матеріали до круглого столу щодо перспектив видобутку природного газу в Україні) – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ngbi.com.ua/Ekspertna%20Rada/Doklad%20Krupskiy.pdf>.
10. Матеріали конференції IHS CERA: (звіти, заяви, виступи учасників) / консалтингова компанія IHS CERA; Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – Спеціальне дослідження «Природний газ та енергетичне майбутнє України». [К.] – 2012. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ihs.com/info/en/e/executive-conference-ukraine-2011.aspx>
11. Golden Rules for a Golden Age of Gas. [през-пеліз]: International Energy Agency, 2012. – Електрон. дані. – Режим доступу: http://iea.org/media/WEO_GoldenRules_ForA_GoldenAgeOfGas_Flyer.pdf
12. Lisa Sumi. Shale Gas: Focus on the MarcellusShale [Oil&Gas Accountability Project]. – 2008.– [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.marcellus.psu.edu/resources/PDFs/Focusonthemarcellus.pdf>
13. An Overview of Modern Shale Gas Development in the United States. – 2008 – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.all-llc.com/publicdownloads/ALLShaleOverviewFINAL.pdf>
14. Shale Gas – a UK Energy Miracle?. – IGEM, 2011 Institution of Gas Engineers and Managers. – ShaleGas – a UK Energy Miracle? [стаття] – IGEM, 2011, Institution of Gas Engineers and Managers. – Режим доступу : http://www.igem.org.uk/media/107958/IGEM-Shale_Gas-A_UK_energy_miracle-September_2011.pdf. Режим доступу: http://www.igem.org.uk/media/107958/IGEM-Shale_Gas-A_UK_energy_miracle-September_2011.pdf.
15. Therence H.Thom. Environmental Issues Surrounding Shale Gas Production / IGU.org – 2012. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.igu.org/gas-advocacy/2012-Apr_IGU%20Environmental%20Issues%20and%20Shale%20Gas.pdf/view
16. Хомин В.Р., Клюка А.Р., Моччак Л.С. Про перспективи відкриття покладів сланцевого газу на Прикарпатті // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ – 2013. – № 1(46). – С. 13–21. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://shalegas.in.ua>
18. Shale gas extraction in the UK: a review of hydraulic fracturing. – The Royal Society and The Royal Academy of Engineering. – June, 2012. – 76 p. – http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/policy/projects/shale-gas/2012-06-28-Shale-gas.pdf.
19. Енергетичні ресурси геологічного середовища України (стан та перспективи) / за ред. Г. І. Рудька – Том 2. Чернівці : Букрек – 2014. – 520 ст.
20. Проблеми видобутку сланцевого газу в Україні: еколого-економічні аспекти // <http://osp-ua.info/analytics/9407-.html>.
21. Розвиток ринків нетрадиційного газу у світі та перспективи України // Національна безпека і оборона № 9 (127) – 2011, с. 30 – 36.
22. <http://infolupki.pgi.gov.pl/en/gas/petrophysical-properties-shale-rocks>
23. <http://www.shell.ua/aboutshell/our-business-tpkg/onshore/where-we-operate.html>
24. <http://www.orada.if.ua/fileadmin/documents/Rizne/SlancevyjGaz/ekspert.pdf>

УДК

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ ЛАНДШАФТІВ В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ В МЕЖАХ ТЕРИТОРІЙ ПЗФ ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ

Юрченко А.Д., Кузьмінський В.О.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, Київ, 03035
dea2005@ukr.net

На основі аналізу сучасного стану організації територій національних природних парків, природних заповідників, біосферних заповідників, регіональних ландшафтних парків та інших об'єктів природно-заповідного фонду України обґрунтовано необхідність оптимізації ландшафтної структури, формування культурних ландшафтів рекреаційного спрямування, посилення системної охорони і відтворення природних ресурсів. *Ключові слова:* оптимізація ландшафтної структури, території природно-заповідного фонду, екологічна рівновага в природному середовищі, культурний ландшафт на землях сільськогосподарського призначення, природоохоронні заходи, деревно-чагарникова рослинність.

На основе анализа современного состояния организации территорий национальных природных парков, природных заповедников, биосферных заповедников, региональных ландшафтных парков и других объектов природно-заповедного фонда Украины обоснована необходимость оптимизации ландшафтной структуры, формирование культурных ландшафтов рекреационного направления, усиление системного охраны и воспроизводства природных ресурсов. *Ключевые слова:* оптимизация ландшафтной структуры, территории природно-заповедного фонда, экологическое равновесие в природной среде, культурный ландшафт на землях сельскохозяйственного назначения, природоохранные мероприятия, древно-кустарниковая растительность.

Based on the analysis of the current state of the territories of national parks, nature reserves, biosphere reserves, regional landscape parks and other objects of nature reserve fund of Ukraine the necessity of optimizing landscape structure, the formation of cultural landscapes and recreational focus, increased system protection and restoration of natural resources. *Keywords:* optimization of landscape structure, areas of natural conservation, ecological balance in the natural environment, cultural landscape on agricultural land, environmental protection, tree and shrub vegetation.

Мета статті – обґрунтування оптимізації ландшафтної структури в межах територій природно-заповідного фонду рекреаційного спрямування та визначення заходів з естетичного оформлення сільської місцевості.

Виклад основного матеріалу

Культурний ландшафт формується в процесі свідомої діяльності людини

для задоволення тих чи інших потреб. Під культурним ландшафтом розуміють цілеспрямовано створений антропогенний ландшафт з доцільною для суспільства структурою та функціональними властивостями [1].

Формування культурного ландшафту в сільській місцевості в межах території ПЗФ рекреаційного спряму-

вання доцільно здійснювати шляхом проведення спеціального виду земельно-порядних робіт, що потребує внесення змін у методичне забезпечення розробки проектної документації з організації територій і об'єктів ПЗФ.

Відповідно до конкретних природних і соціально-економічних умов необхідно в проектах організації території національних природних парків, регіональних ландшафтних парків, а також біосферних заповідників опрацювати спеціальний розділ під загальною назвою «Обґрунтування заходів з формування культурних ландшафтів», в якому доцільно здійснити аналітичну оцінку природних та інших умов території та обґрунтувати системи відповідних заходів, їх фінансування і визначення соціально-економічного та екологічного ефекту капіталовкладень.

Сільськогосподарський ландшафт у межах територій ПЗФ рекреаційного спрямування є не лише виробничим простором, який має відповідати технологічним вимогам сільськогосподарського виробництва, а в сучасних соціально-екологічних умовах природо-користування в зростаючих обсягах стати важливою сферою відпочинку населення. На сьогодні сільськогосподарські ландшафти потребують відповідного естетичного оформлення, зрівноваженого насичення природними елементами та підтримки екологічної рівноваги в природному середовищі.

Формування культурного ландшафту на землях сільськогосподарського призначення передбачає системи збереження природних компонентів в межах територій ПЗФ рекреаційного спрямування:

– суцільних масивів деревних і чагарникових насаджень на збіднених сільськогосподарських угіддях;

– полезахисних лісових насаджень, насаджень на ярах і в балках;

– галерейних деревних та чагарникових насаджень, заростей очерету і осоки вздовж річок і струмків, навколо природних і штучно створених відкритих водойм (ставків, копанок, каналів, джерел, заболочених ділянок, місць витоку річок і струмків, у тому числі з метою боротьби з абразією берегів;

– системно розташованих в агроландшафтах ділянок природної деревно-чагарникової рослинності на польових землях як місць відтворення популяцій диких тварин і птахів, їх відпочинку і захисту від хижаків та людей;

– окремих дерев і груп дерев та кущів на відкритих сільськогосподарських ландшафтах; живих огорож;

– суходільних сіножатей і пасовищ на деградованих малопродуктивних орних землях;

– сіножатей і пасовищ навколо сільських населених пунктів, які створюються для сінокосіння і випасання худоби місцевими жителями;

– міграційних коридорів з природною деревиною і чагарниковою та луговою рослинністю, які формуються для безпечного проживання і пересування диких тварин і птахів;

– залужених водотоків гідротехнічних протиерозійних споруд;

– деревних і чагарникових насаджень уздовж шляхів сполучень, що створюються з метою формування відкритих та, за необхідності, закритих перспектив;

– урочищ із заболоченими пониженнями, з якими контактують верхів'я місцевих річок і струмків з протилежними напрямками течії.

Ці компоненти в межах сільськогосподарських ландшафтів є не лише місцем постійного розміщення природної рослинності та проживання диких тварин, а й спричиняють компенсуючий вплив на сусідні та більш віддалено розташовані сільськогосподарські угіддя.

У складі землевпорядних робіт з формування культурних ландшафтів доцільно передбачити системне здійснення на орних землях протиерозійних, агротехнічних, лісомеліоративних та гідротехнічних заходів, які набули широкого застосування в Україні ще у 80-і роки минулого століття в період запровадження контурно-меліоративної організації території (КМОТ) сільськогосподарських землекористувачів [2]. На схилі сільськогосподарських угідь із складними формами рельєфу виконання технологічних операцій з механізованого обробітку ґрунту і догляду за рослинністю, що культивується відповідно до вимог КМОТ доцільна оптимізація форм і розмірів окремо оброблюваних земельних ділянок з трансформацією частини орних земель у сіножаті і пасовища. Ці угіддя, як елементи культурних ландшафтів, мають доповнюватись системно розміщеними групами деревної і чагарникової рослинності у сполученні з штучними водоймами та джерелами питної води тощо.

Крім безпосередніх захисних функцій з маскування непривабливих об'єктів, захисту ґрунтів від ерозії та формування мікроклімату, деревно-чагарникові та інші види рослинності в агроландшафтах виконують цінні додаткові функції: загальне формування ландшафту, естетичне удоскона-

лення його структури; біологічне збагачення відкритих територій перенесення на них благотворного впливу лісових ділянок; забезпечення гармонійного і сприятливого життєвого середовища існування природних видів різних форм і рівнів розвитку; сприяння біологічній регенерації прилеглих земельних територій, які використовуються в господарському обігу.

Ці елементи для територій ПЗФ рекреаційного спрямування мають велике екологічне значення як місце відтворення, перебування і виживання багатьох видів тварин і птахів у межах антропогенного зміненого середовища, яке без цих змін було б для них ворожим. Особливу увагу при формуванні культурних ландшафтів необхідно спрямовувати на збереження та, за необхідності, відтворення перезвожених земель.

У природному середовищі певній території має відповідати відповідний тип рослинності. При виборі рослинного покриву для формування культурного ландшафту необхідно намагатися забезпечити максимальне видове його різноманіття з урахуванням природних умов. У конкретних агроландшафтних умовах необхідно також ретельно зважувати фактори, які обмежують застосування чужерідних видів дерев і чагарників [3].

Так, на роздільних смугах автомобільних шляхів доцільна посадка видів, стійких до засолення ґрунтів. На бідних піщаних ґрунтах необхідно створювати дубово-березові насадження; на насипних ґрунтах – обліпихи крушиновидної. Тополя, червоний дуб найбільш придатні в захисних смугах і буферних зонах, де значною є концентрація промислових викидів. У багатьох випадках використання при-

вабливих видів рослинності збагачує і прикрашає ландшафт і є вирішальним фактором при розміщенні їх в агроландшафтах. Деревя і кущі ефективні також при маскуванні надмірної хвилястості рельєфу або посиленні контрастності монотонних пейзажів. Крім деревних видів і трав'яного покриву, при формуванні культурних ландшафтів на перезвожених територіях використовується водно-болотна рослинність, мох, лишайники. Широке застосування знаходять очерет, осока, рогіз. В умовах абразії берегів водойм ці рослини відіграють пріоритетну роль як берегоукріплюючі види.

В Україні в умовах недостатньо дієвого регулювання земельних відносин гостро відчуються проблеми збереження та ефективного використання екологічного потенціалу земель сільськогосподарського призначення. В межах територій ПЗФ загальнодержавного значення навіть не плануються заходи їх розв'язання.

Ці землі розглядаються лише як об'єкти нерухомоті без урахування їх екологічного потенціалу. Сучасна рекреаційна їх привабливість мінімальна, а неконтрольоване сільськогосподарське виробництво загрожує існуванню цих територій як рекреаційних об'єктів і надалі погіршуватиме екологічну та, як наслідок, економічну і соціальну ситуацію загалом. У зв'язку з цим ефективна рекреаційна система в межах територій ПЗФ загальнодержавного значення може ефективно функціонувати лише за умови залу-

чення в рекреаційну сферу сільськогосподарських ландшафтів, де активно виконуються роботи з формування культурних ландшафтів.

Висновки

Процес естетичного оформлення аграрних ландшафтів у межах територій ПЗФ рекреаційного призначення необхідно значно прискорити відповідно норм існуючих законодавчих актів та методичних документів.

Необхідно значно розширити арсенал засобів і методів здійснення заходів з естетичного оформлення аграрних ландшафтів, частка яких у складі територій ПЗФ України сягає 75%.

Стрімке скорочення чисельності і різноманітності природних видів тваринного і рослинного світу в агроландшафтах природоохоронних територій загальнодержавного значення зумовлює актуальність заходів з оптимізації ландшафтно-ї структури з огляду на зростаючу уніфікацію форм і методів організації сільськогосподарської діяльності на великих територіях, що викликає їх ландшафтне і біологічне збіднення.

Найбільш бажаним є системне розміщення природних компонентів у ландшафтному просторі. Загальну площу природних компонентів в агроландшафтах доцільно довести до 5-7% корисної площі відповідного сільськогосподарського угіддя. При цьому площа відокремлення компонентів має бути не меншою 250-300 м².

Література

1. Реймерс Н.Ф. Природопользование. – М.: Мысль, 1990. – С.262.
2. Нормативи ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства / за ред. О. Г. Тараріко, М.Г. Лобаса. – К.: 1998. – 158 с.
3. Пойкер Х. Культурний ландшафт: формирование и уход. – М.: Агропром-издат. – 1987. – С. 48.

УДК 574.3.32.34

ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ПОПУЛЯЦІЙ

Коваленко Ігор Миколайович

к.б.н., доцент, Сумський національний аграрний університет,
Україна, м. Суми, вул. Г. Кондрагьєва 160/5,
e-mail: kovalenko_977@mail.ru

Прогнозування розвитку біосистем – актуальний науковий напрямок досліджень. Об'єктами виступали популяції восьми видів трав'яно-чагарничкового ярусу, що зростають на території Національного природного парку "Деснянсько-Старогутський". Як прогнозовані параметри популяції використовувалися наступні: віталітетна структура популяції у формі індексу її якості Q , і вікова структура популяції у формі індексу віковості $I_{\text{віков}}$, який відображає співвідношення процесів відновлення й старіння в популяції. Найбільший вплив на стан популяції восьми вивчених видів рослин трав'яно-чагарничкового ярусу мають абсолютний вік деревостою і міра його зімкнутості. Виявили наступну залежність – зі збільшенням віку деревостою віталітетна структура зростала. При підвищенні зімкнутості покриття деревостою в популяціях процеси відновлення переважали над процесами відмирання, загальна віковість популяцій зменшувалась. **Ключові слова:** популяції, прогнозування стану, онтогенетична структура, віталітетна структура, НПП «Деснянсько-Старогутський»

Вступ

Питання прогнозування розвитку біосистем на основі різного типу моделей здавна привертають увагу дослідників [1, 2, 3, 4, та ін.], зважаючи на їхню величезну практичну значущість. Для прогнозування біосистем у зв'язку з цим було запропоновано значну кількість різних підходів і методів [5, 6, 7, 8 та ін.]. У цілому, дослідники дедалі більшого значення в сукцесіях фітоценозів і динаміці популяцій надають активній взаємодії видів рослин, що знаходяться на одному трофічному рівні [9].

Теоретичні основи моделювання популяційних процесів, окремого випадку загального моделювання біосистем були сформульовані Ю.А. Злобіним [10]. Принциповою особливістю популяцій є те, що вони одночасно є і автономними генетичними системами, і частиною ценотичної системи. При моделюванні популяційних процесів

слід ураховувати такі параметри, як: а) індивідуальність кожної популяції, що полягає у своєрідності життєвої стратегії, яка реалізується цією популяцією; б) гетерогенність складу популяції; в) стан репродуктивного процесу в популяції; г) ценотичні зв'язки популяції.

Моделювання популяцій видів рослин живого надґрунтового покриття має свої особливості. Очевидно, що в однорічних рослин весь онтогенез укладається в один вегетаційний період, тому особливості структури популяції охоплюють одне покоління. Від покоління до покоління, тобто від року до року, можливі як випадкові флуктуації, так і закономірні зміни чисельності рослин у популяції і їх стани. На відміну від цього в багаторічників, які становлять основу трав'яно-чагарничкового ярусу, покоління накладаються один на одного і в популяції одночасно є наявними особини різних вікових станів. Цю своєрідність

популяційних процесів багаторічних трав і чагарничків трав'яно-чагарничкового ярусу необхідно враховувати при моделюванні.

За істотного спрощення популяційних процесів чисельність особин у популяції можна визначити за простою моделлю [11]:

$$N_{n+1} = N + B + D + I - E \quad (1)$$

де N – чисельність особин в популяції;

B – число особин, що знову з'являються, із створених самою популяцією діаспор;

D – кількість відмерлих особин;

I – імміграція діаспор;

E – еміграція діаспор.

Проте реалізація цієї моделі для видів рослин, що розмножуються переважно вегетативно, не проста, і методика її залишається не розробленою. У клонових рослин динаміка популяцій визначається співвідношенням раметів, що з'являються та відмирають.

Сама по собі динаміка видів рослин, що домінують у трав'яно-чагарничковому ярусі, визначається такими чинниками:

А. Автономними популяційними процесами – такими, як: виробництво насіння, зачатків вегетативного розмноження, щільністю популяції тощо.

В. Внутрішньовидовою конкуренцією за територію і ресурси.

С. Міжвидовою конкуренцією, і в першу чергу – стосунками з основними провідними едфікаторами співтовариства, якими є деревні лісоутворювальні породи.

Д. Фітофагами і хворобами рослин.

Е. Загальним трендом сукцесії фітоценозу, у межах якого розміщена ця популяція.

Одним із найбільш ефективних методів моделювання популяційних процесів є метод, заснований на марківських процесах [12]. Цей метод базується на уявленні про динаміку популяції як закономірний упорядкований процес, у якому можна оцінити ймовірність переходу популяції з одного стану в інший. При практичному використанні марківських моделей необхідно мати дані про дискретні стани, у яких можуть знаходитися особини рослин як елементи, що складають популяцію. Такими дискретними станами є вікові і віталітетні стани. Необхідні також дані про ймовірність переходу особин рослин з одного стану в інший.

Оскільки вікові та віталітетні стани рослин за методом їх визначення є дискретними і, відповідно, поділяються на: а) вікові стани на 10–11 градацій; б) віталітетні на 3 градації, то в частині застосування методу не викликає труднощів.

Складніше оцінити перехід популяції в цілому зі стану S_i до стану S_j з урахуванням того, що шлях, за допомогою якого популяція досягала стану S_i , не має значення. Крім того, метод припускає, що сама по собі ймовірність переходів P_{ij} особин з одного стану до іншого за період часу, на який складається прогноз, залишається постійними. При виконанні цих передумов моделі Маркова мають високу прогностичну здатність.

Проте реальний досвід використання моделей і прогнозів у фітоценології й екології рослин показав, що прогностична здатність більшості таких складних абстрактних моделей досить низька. Я.П. Дідух [13] зв'язку з цим справедливо зауважував, що «результат створення теоретичних моделей і управління ними не виправ-

дав себе) і що «перспективним є інший шлях дослідження – від встановлення залежностей між компонентами екосистем на основі конкретних результатів до їх моделювання». Саме в такому напрямі ми в нашій роботі зробили спробу підійти до прогностичних моделей популяцій видів рослин, що вивчалися.

Методика

Об'єктами дослідження виступали популяції восьми видів трав'яно-чагарничкового ярусу, що зростають на території Національного природного парку "Деснянсько-Старогутський" (НППДС): *Aegopodium podagraria* L. (в 3-х асоціаціях – I. Quercetum coryloso-aegopodiosum, II. Querceto-Pinetum coryloso-aegopodiosum, III. Betuleto-Pinetum coryloso-aegopodiosum), *Asarum europaeum* L. (в 3-х асоціаціях – I. Quercetum coryloso-asarosum, II. Pinetum coryloso-asarosum, III. Querceto-Pinetum asarosum), *Calluna vulgaris* (L.) Hull (в 3-х асоціаціях – I. Betuleto-Pinetum callunoso-myrtillosum, II. Pinetum callunoso-hylocomiosum, III. Querceto-Pinetum callunoso-hylocomiosum), *Carex pilosa* Scop. (в 3-х асоціаціях – I. Querceto-Pinetum caricosum (pilosae), II. Quercetum coryloso-caricosum (pilosae), III. Betuleto-Quercetum coryloso-caricosum (pilosae)), *Molinia caerulea* (L.) Moench. (в 3-х асоціаціях – I. Pinetum myrtilloso-moliniosum, II. Querceto-Pinetum franguloso-molinioso-hylocomiosum, III. Betuleto-Pinetum moliniosum), *Stellaria holostea* L. (в 3-х асоціаціях – I. Querceto-Pinetum coryloso-stellariosum, II. Quercetum coryloso-caricosum (pilosae)-stellariosum, III. Querceto-Pinetum stellariosum), *Vac-*

cinium myrtillus L. (в 5-ти асоціаціях – I. Pinetum myrtilloso-hylocomiosum, II. Pinetum molinioso-myrtillosum, III. Querceto-Pinetum myrtillosum, IV. Betuleto-Pinetum franguloso-myrtillosum), *Vaccinium vitis-idaea* L. (в 4-х асоціаціях – I. Pinetum vaccinoso-myrtillosum, II. Betuleto-Pinetum vaccinoso-myrtillosum, III. Querceto-Pinetum vaccinoso-myrtillosum, IV. Pinetum vaccinoso-hylocomiosum).

Розроблення прогностичних моделей складається з двох етапів: 1) виявлення основних ценотичних залежностей популяцій клоноутворюючих рослин трав'яно-чагарничкового ярусу і 2) розроблення на їх основі прогнозів стану популяцій на найближчі 30 років. Для реалізації цієї програми використано метод множинного регресійного аналізу у формі лінійних моделей, які досить точно розкривають зв'язки компонентів фітоценозу і дозволяють встановлювати загальні тенденції розвитку конкретних популяцій рослин.

Як прогнозовані параметри популяції використовувалися два параметри, що якнайповніше розкривають загальний статус: по-перше, віталітетна структура популяції у формі індексу її якості Q і, по-друге, вікова структура популяції у формі індексу віковості I_{віков}, який відображає співвідношення процесів відновлення й старіння в популяції.

Результати

Результати дослідження показали, що найбільший вплив на стан популяцій восьми вивчених видів рослин трав'яно-чагарничкового ярусу мають абсолютний вік деревостою і міра його

зімкнутості. На основі узагальнення матеріалу щодо всіх восьми видів рослин і 27 рослинних асоціацій встановлено, що залежність віталітетної структури популяцій трав'яно-чагарничкового ярусу від віку деревостану (AGE) відповідає лінійному регресійному рівнянню:

$$Q = -0,146 + 0,007 \text{ AGE} \quad (2)$$

тобто вона має тенденцію зростати зі збільшенням віку деревостою (рис. 1).

$$y = -0,146 + 0,007 * x \text{ eps}$$

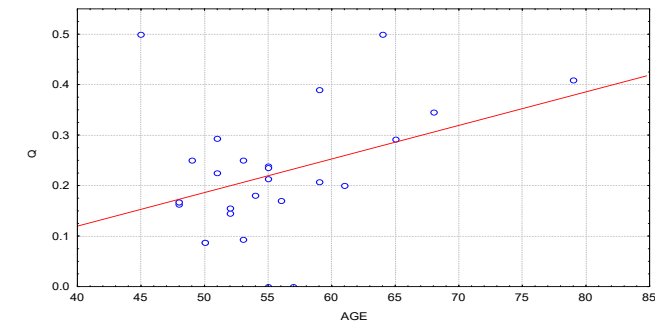


Рис. 1. Зміна індексу віталітетної структури Q трав'яно-чагарничкового ярусу залежно від віку деревостану (AGE – календарний вік деревостану)

Залежність віталітетної структури популяції від зімкнутості деревостою (CLOSE) відповідає рівнянню

$$Q = 0,181 + 0,07 \text{ CLOSE} \quad (3)$$

тобто також має тенденцію до зростання (рис. 2).

У свою чергу, встановлена статистично достовірна залежність віковості

популяцій I_{віков} як від календарного віку деревостану, так і від його зімкнутості. Залежність I_{віков} від віку деревостою має вигляд:

$$I_{\text{віков}} = 3,426 - 0,043 \text{ AGE} \quad (4)$$

$$y = 0,181 + 0,07 * x \text{ eps}$$

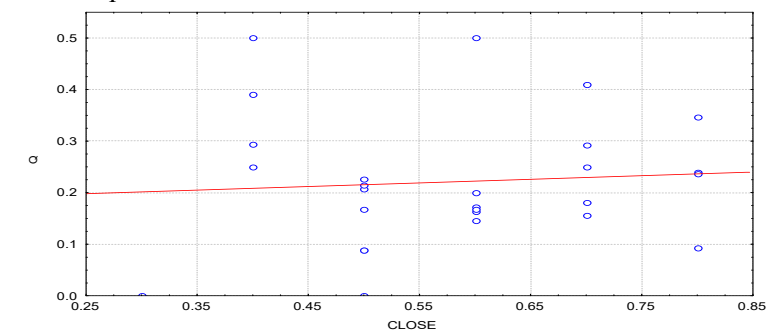


Рис. 2. Зміна індексу віталітетної структури Q трав'яно-чагарничкового ярусу залежно від віку зімкнутості деревостану (CLOSE – зімкнутість деревостану)

Оскільки менші значення I_{віков} популяцій свідчать про переважання в

популяції поновлювальних процесів, то це регресійне рівняння вказує на

омолодження популяцій в старіших деревостанах унаслідок збільшення в них частки догенеративних рослин

при зменшенні частки постгенеративних (рис. 3).

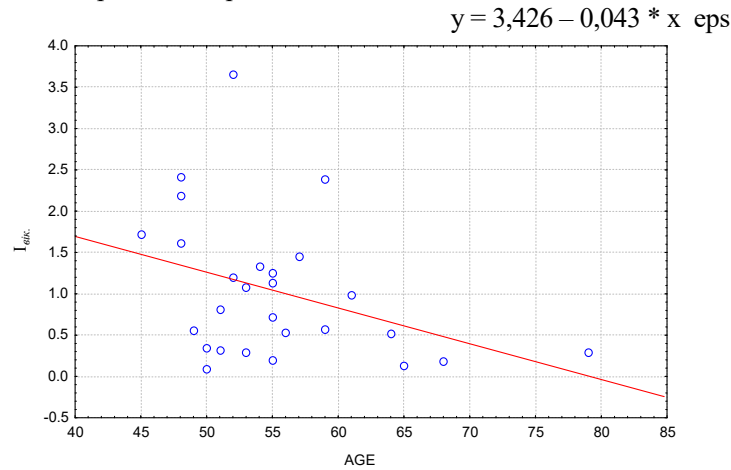


Рис. 3. Зміна віковості популяцій $I_{\text{вiков}}$ трав'яно-чагарничкового ярусу залежно від календарного віку деревостану (AGE – календарний вік деревостану)

Залежність віковості популяцій $I_{\text{вiков}}$ від зімкнутості відповідає лінійному рівнянню регресії вигляду:

$$I_{\text{вiков}} = 1,209 - 0,302 \text{ CLOSE} \quad (5)$$

тобто при підвищенні зімкнутості покриву деревостану в популяціях

процеси відновлення починають переважати над процесами відмирання й загальна їх віковість популяцій має тенденцію зменшуватися (рис. 4).

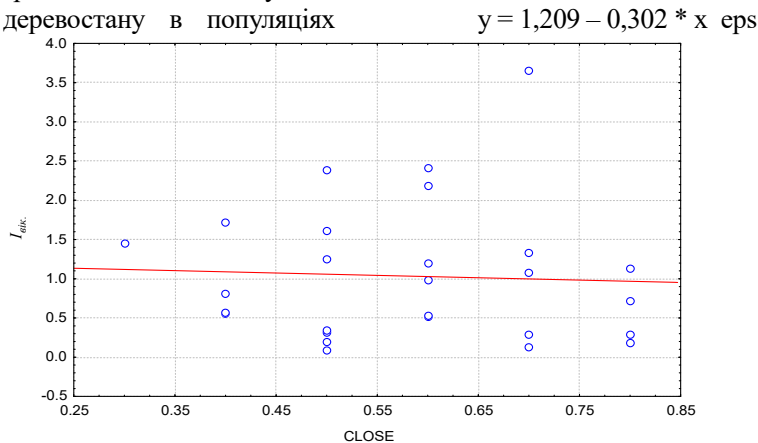


Рис. 4. Зміна віковості популяцій $I_{\text{вiков}}$ трав'яно-чагарничкового ярусу залежно від зімкнутості деревостану (CLOSE – зімкнутість деревостану)

Виявлена система часткових залежностей може бути подана системою

рівнянь множинної лінійної регресії вигляду:

$$Q = -0,134 - 0,0576 \text{ CLOSE} +$$

$$+ 0,007 \text{ AGE} \quad (6)$$

$$I_{\text{вiков}} = 3,313 + 0,549 \text{ CLOSE} - 0,047 \text{ AGE} \quad (7)$$

У свою чергу аналіз геоботанічних описів і лісотаксаційних матеріалів для обстежених лісових асоціацій Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» показав, що в них має місце тенденція зміни структури деревостану, а саме: зростання зімкнутості покриву в міру збільшення календарного віку лісоутворювальної деревної породи. Вона відповідає рівнянню

$$\text{CLOSE} = 0,206 + 0,0068 \text{ AGE} \quad (8)$$

тобто при зростанні календарного віку деревостану на кожні 10 років зімкнутість збільшується на 0,07 одиниці.

Отже, з'являється можливість розрахувати як віталітет популяцій Q, так і їх віковість $I_{\text{вiков}}$ для будь-якого сполучення віку деревостою і його зімкнутості. Знаючи, що вік деревостану – це природний параметр шкали часу, що збільшується на одиницю кожний календарний рік, тоді як зімкнутість при цьому збільшується на 0,007 одиниці, можна передбачити загальну тенденцію зміни структури популяцій клоноутворювальних рослин трав'яно-чагарничкового ярусу.

Виявлена на основі наведених вище рівнянь загальна тенденція динаміки популяцій рослин трав'яно-чагарничкового ярусу, що вивчаються, перебуває на найближчі 30 років у поліпшенні віталітетної структури популяцій з їх переходом за станами віталітету від депресивних популяцій до рівноважних і потім до процвітаючих. Відповідно, індекс віталітетної структури популяцій Q має виявлену тенденцію до збільшення. Одночасно

як загальну тенденцію в динаміці популяцій можна прогнозувати зниження індексу їх віковості $I_{\text{вiков}}$, що означає посилення в популяціях процесів омолодження та відновлення.

При цьому необхідно враховувати, що, крім параметрів деревостану, на загальну картину тенденцій в змінах структури популяцій накладається індивідуальна екологічна реакція конкретних видів рослин трав'яно-чагарничкового ярусу на зміну лісового екологічного середовища. Зокрема, через неоднакову тіншовитривалість і стійкість до кореневої конкуренції з деревостоєм різні види рослин трав'яно-чагарничкового ярусу по-різному й суто індивідуально реагують на збільшення календарного віку деревостою та зміну його зімкнутості. Тому прогнози стану популяцій на найближчі 30 років нами були виконані окремо для кожного з восьми видів рослин, що вивчалися, й окремо для кожної лісової асоціації. У їх основу були покладені індивідуальні рівняння регресії залежності індексів Q і $I_{\text{вiков}}$ від віку деревостою та його зімкнутості у формі:

$$Q = a + b \text{ AGE} \quad (9)$$

$$Q' = a + b \text{ CLOSE} \quad (10)$$

і

$$I_{\text{вiков}} = a + b \text{ AGE} \quad (11)$$

$$I_{\text{вiков}}' = a + b \text{ CLOSE} \quad (12)$$

Отримана на основі фактичних даних і використана для розрахунку система лінійних регресійних рівнянь виконана для кожного з восьми видів рослин окремо.

Порядок розрахунків для кожного з видів рослин трав'яно-чагарничкового ярусу, що вивчаються, був таким. Спочатку на підставі рівняння регресії розраховувалися напрям і абсолютна зміна значення індексу Q для періоду часу n +

10 років, тобто при збільшенні календарного віку деревостою на 10 років. Потім обчислювався напрямок і зміна індексу Q' при зростанні зімкнутості деревостану на 0,07 одиниць, що дорівнює збільшенню календарного віку деревостану на 10 років. На підставі цих двох оцінок визначалася підсумкова прогнозована зміна індексу Q за період $n + 10$ років. За такою самою методикою здійснювалося прогнозування значення індексу Q і за періоди $n + 20$ і $n + 30$ років.

Обчислення підсумкових прогнозованих змін за шкалою часу значень індексу віковості популяцій $I_{\text{віков}}$ здійснювалося в аналогічний спосіб.

Отримані прогнозні значення індексів Q і $I_{\text{віков}}$ розраховані на основі точних статистичних даних на основі вихідних відомостей про стан популяцій і знайдених залежностей між різними їх параметрами та статистично достовірними. Проте їх не можна розглядати як абсолютно точні та вичерпні. Очевидно, що на майбутній стан популяцій, крім віку деревостану і зімкнутості її покриву, впливає й велика група інших факторів, які не враховувались і не могли враховуватися в здійсненому дослідженні. До таких факторів належать: а) ценотичні відносини видів клоноутворювальних рослин трав'яно-чагарничкового ярусу з іншими видами лісових ценозів, що знаходяться в одному ярусі з ними; б) зміни екологічного режиму в лісовій асоціації, викликані погодними флюктуаційними коливаннями метеорологічних факторів та їх багаторічними трендами; в) дотримання режиму охорони територій Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» з вилученням таких факторів, як витоптування, збір ягід та грибів, інші рекреаційні дії; г) вплив на трав'яно-чагарничковий ярус у Національному природному пар-

ку «Деснянсько-Старогутський» динамічних змін чисельності та видового складу різноманітних груп тварин-фітофагів.

Обговорення

Знайдені нами прогнозні параметри стану популяцій живого надгрунтового покриву можуть бути корисними, оскільки вони розкривають основні тенденції в динаміці популяцій рослин трав'яно-чагарничкового ярусу.

Aegopodium podagraria. В усіх трьох лісових асоціаціях популяції яглиці мають тенденцію до підвищення рівня віталітету. Швидше буде процес проходити в асоціації Querceto-Pinetum coryloso-aegopodiosum, де якість популяції яглиці вже через 10 років наблизиться до максимальної, а найповільніше – в асоціації Betuleto-Pinetum coryloso-aegopodiosum, у якій тільки через 30 років популяція досягне рівня рівноважної. Початково усі популяції яглиці є інвазійними, оскільки в них $I_{\text{віков}}$ нижче ніж 1,0. З часом процес відновлення й появи нових парціальних кущів *Aegopodium podagraria* догенеративного стану буде в асоціаціях Querceto-Pinetum coryloso-aegopodiosum і Betuleto-Pinetum coryloso-aegopodiosum.

Asarum europaeum. Початково в копитняка дві популяції за віталітетною структурою є рівноважними і одна процвітаючою. На прогнозований період 30 років можна очікувати, що процвітаюча популяція з асоціації Quercetum coryloso-asarosum збереже значення індексу Q близькими до свого максимуму 0,500. Обидві рівноважні популяції копитняка мають виявлену тенденцію до переходу в процвітаючі. Копитняк – рослина високої ті-

ньовитривалості. В умовах підвищення віку деревостану і збільшення зімкнутості деревного покриву він, безперечно, отримає перевагу над іншими видами рослин трав'яно-чагарничкового ярусу. В асоціації Querceto-Pinetum asarosum на зміну панівним нині процесам старіння прийдуть процеси відновлення і в популяції стануть домінувати догенеративні парціальні кущі. Збережеться інвазійний характер популяцій копитняка в асоціаціях Pinetum coryloso-asarosum і Quercetum coryloso-asarosum.

Carex pilosa. В усіх трьох популяціях осоки волосистої прогноз вказує на підвищення рівня віталітету популяцій. Цей процес буде більше виявлений в асоціаціях Quercetum coryloso-caricosum і Betuleto-Quercetum coryloso-caricosum, чому сприятимуть процеси їх омолодження, які відбуваються винятково швидко в усіх трьох популяціях осоки. Уже до закінчення першого десятиліття існування лісових асоціацій з *Carex pilosa* в усіх знизиться частка постгенеративних парціальних кущів. Переважатимуть процеси омолодження популяцій.

Calluna vulgaris. З трьох розглянутих популяцій вересу дві є депресивними і лише одна – процвітаючою. На підставі прогнозних моделей популяцій вересу і з урахуванням його світлочутливості можна очікувати, що в міру старіння й зімкнення деревостоїв якість популяцій вересу швидко падатиме. Значення індексу Q почне наблизитись до мінімуму. Можливе й повне випадання популяцій вересу з розглянутої групи лісових асоціацій. Це буде пов'язане з тим, що старі рослини з популяцій випадатимуть, а переважання в них догенеративних особин надасть популяціям вересу, що

збереглися, різко виявлений характер інвазійних.

Molinia caerulea. У початковому стані з трьох популяцій молінії дві є рівноважними і одна депресивною. У найближчі 30 років на підставі прогнозних регресійних моделей можна очікувати погіршення віталітетного складу усіх трьох популяцій молінії. Найбільш інтенсивно цей процес відбуватиметься в асоціації Pinetum molinosum. Погіршення віталітетної структури популяцій молінії супроводжуватиметься зниженням у них частки старих генеративних і сеньільних особин. Популяції, що збереглися, матимуть інвазійний характер з переважанням в них догенеративних рослин. Швидше за все, у цей процес супроводжуватиметься й зниженням чисельності рослин у популяціях молінії.

Stellaria holostea. Віталітетна структура популяцій зірочника в лісах Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» в початковому стані відповідає низьким значенням індексу Q . У перспективі на найближчі 30 років значення індексу Q ще більше зменшаться, і депресивний характер цих популяцій буде виявлений контрастніше. У двох популяціях зірочника з асоціацій Querceto-Pinetum coryloso-stellarosum і Querceto-Pinetum stellarosum навіть посиляться їх інвазійний характер та збережеться з переважанням в них догенеративних рослин. На відміну від цього в популяції зірочника з асоціації Quercetum coryloso-caricoso-stellarosum збережеться переважання старих генеративних і субсеньільних парціальних кущів, хоча тенденція до омолодження цієї популяції матиме місце і частка догенеративних рослин в ній може дещо збільшитися.

Vaccinium myrtillus. У вивчених лісових асоціаціях популяції чорниці дуже різноманітні за структурою: у початковому стані дві з них процвітаючі, дві депресивні і одна рівноважна. Процвітаючі популяції чорниці на прогнозований період 30 років мають тенденцію до збереження своїх якостей. Рівноважна популяція з асоціації Betuleto-Pinetum franguloso-myrtillosum перейде до категорії процвітаючої. Різно зростає рівень віталітетної структури й нинішніх депресивних популяцій чорниці. Ліси чорничники, очевидно, прогресивно розвиватимуться на території Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський». Цей процес супроводжуватиметься омолодженням популяцій чорниці. Індекс старіння $I_{\text{віков}}$ в усіх п'яти популяціях має тенденцію до швидкого зменшення, що вказує на перспективу зниження в популяціях

старих генеративних і сенільних парціальних кущів чорниці при зростанні поновлювальних процесів.

Vaccinium vitis-idaea. В усіх чотирьох популяціях брусниці упродовж 30-річного періоду відбуватиметься процес поліпшення їх віталітетної структури з переходом популяцій за категоріями якості від депресивних до рівноважних, від рівноважних до процвітаючих. Найбільш швидким цей процес буде в асоціації Pinetum vaccinoso-myrtillosum. Досить вираженими очікуються й процеси омолодження популяцій брусниці зі зменшенням в них частки старих особин і збільшенням частки передгенеративних.

Лінійні рівняння, які використовувались для прогнозу динаміки популяцій рослин на період до 30 років, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Система рівнянь лінійної регресії, які використовувалися для прогнозування стану популяцій рослин трав'яно-чагарничкового ярусу на період 10, 20 і 30 років

<i>Aegopodium podagraria</i> Q = 0,542 + 0,012 AGE Q' = 0,609 - 0,535 CLOSE $I_{\text{віков}} = 0,937 - 0,006 \text{ AGE}$ $I_{\text{віков}}' = 2,935 - 3,450 \text{ CLOSE}$	<i>Asarum europaeum</i> Q = 0,695 + 0,015 AGE Q' = 0,024 + 0,458 CLOSE $I_{\text{віков}} = 17,814 - 0,264 \text{ AGE}$ $I_{\text{віков}}' = 6,186 - 7,929 \text{ CLOSE}$	<i>Carex pilosa</i> Q = 0,413 + 0,012 AGE Q' = 0,049 + 0,380 CLOSE $I_{\text{віков}} = 10,047 - 0,165 \text{ AGE}$ $I_{\text{віков}}' = 5,177 - 5,300 \text{ CLOSE}$
<i>Calluna vulgaris</i> Q = 4,287 - 0,085 AGE Q' = 1,990 - 3,725 CLOSE $I_{\text{віков}} = 15,591 - 0,303 \text{ AGE}$ $I_{\text{віков}}' = 5,500 - 8,700 \text{ CLOSE}$	<i>Molinia caerulea</i> Q = 0,991 - 0,015 AGE Q' = 0,346 - 0,272 CLOSE $I_{\text{віков}} = 7,158 + 0,158 \text{ AGE}$ $I_{\text{віков}}' = 0,475 + 2,650 \text{ CLOSE}$	<i>Stellaria holostea</i> Q = 3,796 - 0,007 AGE Q' = 0,220 - 0,021 CLOSE $I_{\text{віков}} = 9,278 - 0,147 \text{ AGE}$ $I_{\text{віков}}' = 0,811 + 3,557 \text{ CLOSE}$
<i>Vaccinium myrtillus</i> Q = 3,037 + 0,056 AGE Q' = 0,136 + 0,725 CLOSE $I_{\text{віков}} = 4,863 - 0,069 \text{ AGE}$ $I_{\text{віков}}' = 1,969 - 2,306 \text{ CLOSE}$		<i>Vaccinium vitis-idaea</i> Q = 0,333 + 0,010 AGE Q' = 0,508 - 0,635 CLOSE $I_{\text{віков}} = 14,220 - 0,260 \text{ AGE}$ $I_{\text{віков}}' = 3,060 + 8,000 \text{ CLOSE}$

Висновки

Для виявлення реальних трендів змін у стані популяцій клоноутворювальних рослин трав'яно-

чагарничкового ярусу, перевірки і уточнення зроблених прогнозів їх динаміки необхідна організація в Національному природному парку «Деснянсько-

Старогутський» постійного фітопопуляційного моніторингу [14].

Моніторинг фітопопуляцій домінуючих у трав'яно-чагарничковому ярусі видів може здійснюватися шляхом спостережень на постійних пробних ділянках, спеціально виділених з цією метою, один раз на 2-3 роки способом загального популяційного скринінгу в основних типах лісу Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» і в прилеглих лісо-

вих екосистемах. Основу моніторингу і скринінгу мають становити оцінки стану росту та формоутворення модельних видів рослин і оцінки вікового та віталітетного складу їх популяцій. Популяції видів мають обстежуватися в досить широкому діапазоні умов так, щоб виявити основні тенденції динаміки популяцій на різних фонах родючості ґрунту й гідрологічного режиму території.

Література

- Мауринь А. М. Прогнозирование в ботанике / А. М. Мауринь // Ученые записки Латвийского государственного университета. – 1971. – Т. 153. – С. 3-9.
- Самойлов Ю. И. Анализ сукцессионной мозаики напочвенного покрова с использованием марковских моделей / Ю. И. Самойлов, Т. Н. Тархова // Ботанический журнал. – 1985. – Т. 70, № 1. – С. 12-22.
- Слободян Г. М. Применение математической модели для прогнозирования динамики численности популяций черники / Г. М. Слободян // Экология популяций. – Новосибирск, 1988. – Ч. 2. – С. 229-321.
- Клименко А. А. Устойчивость и динамика популяций редких видов растений на охраняемых природных территориях / А. А. Клименко, Ю. А. Злобин // Успехи современной биологии. – 2014. – Т.134, №2. – С. 181-191.
- Джеффферс Д. Введение в системный анализ: применение в экологии / Д. Джеффферс. – М. : Мир, 1981. – 256 с.
- Розенберг Г. С. Модели в фитоценологии / Г. С. Розенберг. – М. : Наука, 1984. – 240 с.
- Hermu M. Conservation of plants / M. Hermu, P. Endels, H. Jacquemyn, R. Brys. – N.Y. : J.Wiley, 2007. – 8 p.
- Jacquimyn N. Large population size mitigates negative effects of variable weather condition of fruit set in two spring woodland orchids / N. Jacquimyn, R. Brys, O. Honnay // Biol. Letters. – 2009. – Vol. 5, № 4. – P. 495-498.
- Смелянский И. Э. Механизмы сукцессии / И. Э. Смелянский // Успехи современной биологии. – 1993. – Т. 113, № 1. – С. 36-45.
- Злобин Ю. А. Теория и практика оценки виталитетного состава ценопопуляций растений / Ю. А. Злобин // Ботанический журнал. – 1989. – Т. 74, № 6. – С. 769-781.
- Watkinson A.R. Plant population dynamics / A.R. Watkinson // In Plant Ecology. – 1986. – P.137-184.
- Usher M. B. Modeling ecological succession with particular reference to Markovian models / M. B. Usher // Vegetatio. – 1981. – № 46-47. – P. 11-18.
- Дидух Я. П. Проблемы развития фитоэкологии в Украине / Я. П. Дидух // Ботаника и экология на пути в 3-е тысячелетие. – К., 1996. – С. 129-140.
- Коваленко И. Н. Популяционная реституция растений в ходе восстановительных сукцессий на вновь организуемых охраняемых природных территориях / И. Н. Коваленко : материалы междунард. экол. конф. – Белгород, 2004. – С. 86-87.

УДК 502.084: 615.9+616-001.17

МЕТОД БІОІНДИКАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

Петрук Роман Васильович,
Костюк Володимир Володимирович, Трач Ірина Анатоліївна
к.т.н., Вінницький національний технічний університет
аспірант, Вінницький національний технічний університет
аспірант, Вінницький національний технічний університет
вул. Хмельницьке шосе 95, 21021, м. Вінниця
kostyukv88@gmail.com

В роботі наведено методологічні основи визначення функціонального здоров'я населення шляхом біогальванізації активних точок та запропоновано способи використання отриманої інформації для побудови еколого-медичних карт місцевості забрудненої різними екополутантами. Такі дослідження дозволяють виявити зони прихованої екологічної небезпеки здоров'ю людей і враховують недоліки існуючих способів екологічної оцінки територій. **Ключові слова:** біогальванізація, функціональне здоров'я, еколого-медичне районування, екологічна безпека.

Метод биондикации экологически загрязненных территорий. Петрук Р.В., Костюк В.В., Трач И.А. В работе приведены методологические основы определения функционального здоровья населения путем биогальванизации активных точек и предложены способы использования полученной информации для построения эколого-медицинских карт местности загрязненной различными екополутантами. Такие исследования позволяют выявить зоны скрытой опасности здоровью людей и учитывают недостатки существующих способов экологической оценки территорий. **Ключевые слова:** Биогальванизация, функциональное здоровье, эколого-медицинское районирование, экологическая безопасность.

The method of biological indication of polluted areas. Petruk R.V., Kostyuk V.V., Trach I.A. In this paper, the methodological grounds of the population functional health are analyzed by use of active points biohalvanization. Ways of received information usage are suggested for developing the environmental-medical maps of areas contaminated by various pollutants. These studies reveal a hidden areas of environmental hazards to human health and take into account the shortcomings of existing methods of environmental area assessment. **Keywords:** biohalvanization, functional health, environmental-medical zoning, ecological safety.

Вступ

Існує низка методів біоіндикації територій. Біоіндикація передбачає оцінку стану середовища за допомогою живих об'єктів. Живими об'єктами зазвичай виступають клітини, організми, популяції, спільноти. З їх допомогою може проводитися оцінка як абіотичних факторів (температура,

вологість, кислотність, солоність, вміст полутантів тощо), так і біотичних (життєва здатність організмів, їх популяцій і угруповань). Термін «біоіндикація» частіше використовується в європейській науковій літературі, а в американській його зазвичай замінюють аналогічним за змістом назвою «екотоксикологія» [1].

Біоіндикація базується на спостереженні за складом та чисельністю видів-індикаторів.

Метод біоіндикації заснований на вибіркового біологічному накопиченні речовин з навколишнього середовища організмами рослин і тварин. Найбільш небезпечними для біотичних спільнот є антропогенні забруднення ґрунту та водою важкими металами, радіонуклідами, деякими хлорорганічними похідними, оскільки накопичення цих речовин в живих організмах (як усім організмом, так і його окремими частинами) порушує нормальний метаболізм, впливає на біохімічні, цитологічні і фізіологічні процеси, та в цілому погіршує стан і відтворюваність популяції [2].

Відомими є багато способів дослідження людського організму та виявлення певних впливів довкілля на нього. Більшість методів є непрямими, а опосередкованими. Наприклад, дослідження концентрацій хімічних речовин та доз фізичних впливів в середовищі існування людини. Самі граничні концентрації, рівні чи дози (ГДК, ГДД, ГДР), як правило, розраховуються за допомогою летальних доз (ЛД) впливів певних факторів на піддослідних організмів [3]: щури, миші, кури, кролики та ін. Як правило граничні впливи напряму на людський організм не розраховуються, а тому і розкривають об'єктивно впливу факторів середовища на людину [4].

Найбільш якісно і точно виявити впливи довкілля можна лише напряму на людину, проте це неможливо з використанням «концепції ГДК». Для ґрунтового дослідження впливу забрудненого і порушеного довкілля на людину варто проводити детальне

дослідження всіх можливих параметрів здоров'я людини: біохімічне дослідження крові, зміни тиску, температури, генетичних впливів, загальне самопочуття людини та ін.

Загалом виявлення кореляції між різними (всіма) впливами довкілля та порушеннями здоров'я людини на певній території є вкрай складною, хоча й актуальною задачею.

Запропонований нами метод володіє можливістю використовувати для аналізу екологічної порушеності територій людський організм. В якості об'єкта дослідження пропонується використовувати дитяче населення. Здоров'я дитячого населення певної території більш об'єктивно відображає екологічну порушеність території, оскільки діти не зловживають шкідливими звичками, не мають професійних хвороб, харчуються як правило більш якісною їжею, що дозволяє отримати більш точну інформацію безпосередньо про екологічні впливи на здоров'я населення.

Отже дослідження функціонального здоров'я дитячого населення з подальшим аналізом медико-екологічні впливи довкілля є вкрай актуальним завданням.

Суть методу біодіагностики і біоіндикації територій за допомогою аналізу функціонального здоров'я населення

Основним предметом дослідження методу еколого-медичного районування є комплексний стан вегетативної нервової системи (ВНС) дитячого організму і аналіз процесів, що на нього впливають.

Показники вегетативної (автономна) нервової система регулюють всі внутрішні процеси організму: функції внутрішніх органів і систем, залоз, кровоносних і лімфатичних судин, гладкою і частково поперечно смугастою мускулатури, органів чуття. Вони забезпечують гомеостаз організму, тобто відносна динамічна постійність внутрішнього середовища і стійкість його основних фізіологічних функцій (кровообіг, дихання, травлення, терморегуляція, обмін речовин, виділення, розмноження та ін.) Крім того, вегетативна нервова система виконує адаптаційно трофічну функцію - регуляцію обміну речовин стосовно до умов зовнішнього середовища [5].

Є низка методів дослідження окремих показників стану вегетативної нервової системи, зокрема, метод кліноортостатичної проби та кардіоінтервалографій, дермографії, метод очно-серцевого рефлексу, гальванічного рефлексу та ін. Всі вони зводяться до процедур або дій, що дозволяють охарактеризувати тонус симпатичної і парасимпатичної іннервації конкретного органу чи системи і відповідно активність симпатичної і парасимпатичної складової вегетативної нервової системи.

Для наших досліджень ми використовуємо метод біогальванізації активних точок з використанням комп'ютеризованої системи Вітатест-24, що дозволяє реєструвати зміни активності ділянок вегетативної нервової системи і отримувати систематизовані дані, які підлягають подальшому комплексному аналізу. Особливістю цього методу і приладу є можливість реєструвати дані активності точок ВНС органів та систем

організму, зокрема, легені (P), товстий (GI) та тонкий кишечник (IG), шлунок (E), селезінка і підшлункова залоза (RP), серце (C), нирки (R), сечовий міхур (V), печінка (F) та окремо стан лімфатичної системи (TR). Використовувані нами символи відповідають французькій системі позначення активних точок. Існує альтернативна міжнародна система активних точок, проте форма позначення не впливає на суть і зміст активних точок. Далі отримані дані порівнюються з нормою і робиться висновок про ступінь відхилення від неї, і тим самим рівень порушеності функціонального здоров'я [6].

Рис.2. Комп'ютеризована система Вітатест-24

Метод біодіагностики та приладу для його здійснення офіційно дозволені МОЗ України "Нова медична техніка і нові методи діагностики" (проток. №5 від 25.12.91 р.; №1.08-01 від 11.01.94 р.) та Вченою радою МОЗ України (проток. №1.08-01 від 11.01.94 р.).

Особливості приладу ВІТА 01 М:

1. Для функціонування приладу не використовуються зовнішні джерела енергії;

2. Напруга в замкнутому колі не перевищує рівнів мембранних потенціалів (0,03 – 0,6 В);
3. Завдяки компактності та ергономічності приладу його можна використовувати як для стаціонарних так і для експедиційних досліджень.

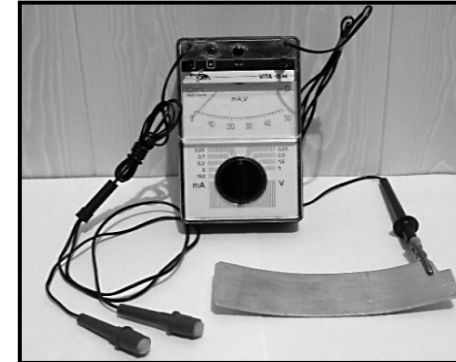


Рис. 1. Комплекс "VITA-01-M"

Безпосередньо проведення експерименту проходить наступним чином [7]:

1. Підготувати прилад ВІТА-01-М для біодіагностики функціонально-енергетичної рівноваги організму;
2. Локалізувати репрезентативні біологічно активні зони (БАЗ), що частково представлені в таблиці 1;
3. Підготувати діагностичні електроди ДЕ та АЕ. Базовий електрод акцептор електронів (АЕ) - випукла пластинка з спеціального сплаву, попередньо покрита окисною плівкою (5 x 7см). Діагностичні електроди (ДЕ - донори електронів) у вигляді посрібленої пари, які розташовані в ебонітових чашках діаметром 1 см і обгорнуті поролоновими прокладками;
4. Через вологу прокладку (змочену теплою водою або фізіологіч-

ним розчином) АЕ фіксується спеціальним паском в пупкової області (центральна мезогастральна ділянка (0-зона) з натягом середньої щільності для створення стабільних умов обстеження. Останні зволожуються за допомогою теплої води. В процесі тестування електроди ДЕ під прямим кутом з незначним тиском (на рівні дотику), одночасно контактують з кожною парою симетричних БАЗ на протязі 1-4 секунд до отримання стабільних показників. Через кожні три контакти з БАЗ, електроди повторно змочуються в заздалегідь приготовленому розчині.

Наведені в таблиці 1 дані розкривають лише 12 основних точок важливих для дослідження основних груп органів людини, хоча повний перелік точок містить понад 200 активних зон.

Отримавши масив даних про стан функціонального здоров'я дитячого населення певної території та усереднену інформацію про відхилення вегетативної нервової системи можна проводити аналіз можливих екологічних проблем території і її ступінь екологічної порушеності.

Для визначення номальних значень вегетативних станів та відхилень від норми використовують дані статистичних спостережень 14304 дітей різних статевих вікових груп. Аналізу підлягають не абсолютні значення показників, а відносне співвідношення сумарної симпатичної і парасимпатичної активності ВНС.

В таблиці 2 наведено основні діагностичні нормативи функціонального стану окремих систем[9].

Таблиця 1. Репрезентативні активні зони, що використовуються для проведення вегетативної діагностики [8]

Активні зони	Топографія репрезентативних БАЗ
Н-1 (Р-9) Легені	На поперековій шкірній складці променево-зап'ясткового суглобу, з променевої сторони променевої артерії.
Н-2 (МС-7) Перикард	По середині поперекової складки променево-зап'ясткового суглобу, між сухожилками м'язів.
Н-3 (С-7) Серце	В западині між горохоподібною та ліктьовою кістками, на поперековій складці променево-зап'ясткового суглобу.
Н-4 (ІГ-4) Тонкий кишковик	На внутрішньому (ліктьовому) краю кисті в проміжку між основою V п'ясткової кістки і кістками зап'ястку.
Н-5 (TR-4) Три обігрівачі	На задній поверхні променево-зап'ясткового суглоба в западині між сухожиллям розгиначів пальців і V пальця.
Н-6 (ГІ-5) Товстий кишковик	На променевому краю зап'ястка, між сухожиллями розгиначів великого пальця.
F-1 (RP-3) Селезінка - ПШЗ	На медіальній стороні ступні, в западині позаду і знизу від головки I плесняка
F-2 (F-3) Печінка	На задній поверхні ступні, в самому вузькому місці між I та II плесняками
F-3 (R-3) Нирки	В западині посеред відстані між п'ятковим (Ахілловим) сухожиллям і медіальною малогомілковою колодочкою.
F-4 (V-65) Сечовий міхур	На латеральному боці ступні, в западині позаду і знизу від головки V плесняка.
F-5 (VB-40) Жовчний міхур	Збоку і знизу Латеральна сторона малогомілкової колодочки, в западині зовнішнього боку сухожилля довгого розгинача пальців.
F-6 (E-42) Шлунок	На самій високій частині спинки ступні, між суглобами II і III клинчастих кісток та II-III плесняків.

Таблиця 2. Діагностичні нормативи функціонального стану систем.

ФЕС	М, мкА	min, мкА	max, мкА	ФЕС	М, мкА	min, мкА	max, мкА
P	10.1	7.3	12.9	V	9.3	5.9	12.7
GI	7.8	5.3	10.2	R	7.6	5.5	9.7
E	7.7	5.0	10.3	MC	8.6	6.3	10.9
RP	9.5	6.1	13.1	TR	7.4	4.4	10.6
C	9.3	5.4	13.1	VB	6.2	3.7	8.6
IG	9.0	7.0	11.0	F	7.5	4.8	10.2

Масив експериментальних даних порівнюється з нормативами функціонального стану після чого вираховується нормативний показник вегетативного гомеостазу по величині k (зона ФК - зона функціональної компенсації).

Ідеальними є значення, що відповідають зоні рівноваги, відхилення в зону парасимпатичної активності чи симпатичної активності свідчить про

відхилення функціонального здоров'я.

Для визначення чисельного значення відхилення використовується коефіцієнт відхилення (k). Для його визначення варто використовувати формулу (1):

$$k = \Sigma X(CA) / \Sigma X(PCA) \quad (1)$$

де $\Sigma X(CA)$ – сума діагностичних показників при що мають значення вищі за М, $\Sigma X(PCA)$ – сума діагностичних показників, що мають значення нижчі за М; М – діагностичний норматив для конкретної активної зони, мкА; X – виміряне значення

активності конкретної активної зони, мкА.

Відповідно, при значеннях коефіцієнта відхилення від норми більше одиниці буде спостерігатися симпатична активність і при значеннях менше одиниці парасимпатична активність (табл. 3).

Таблиця 3. Нормативні показники вегетативного гомеостазу по величині k

Парасимпатична Активність (ПСА)		Вегетативний гомеостаз			Симпатична активність (СА)	
зна-чна	вира-жена	Зона ФК ПСА	Зона рівноваги	Зона ФК СА	вира-жена	зна-чна
0,75 і <	0,76-0,86	0,87-0,94	0,95-1,05	1,06-1,13	1,14-1,25	1,26 і >

Примітка: зона ФК - зона функціональної компенсації;

По індивідуальним показникам відхилення вегетативного гомеостазу судити про екологічну ситуації в регіону не можна. Проте по груповим показникам (які отримані для великої кількості осіб) можна робити висновки про рівень екологічної порушено-

сті територій. Для цього варто використовувати таблицю 4. Для визначення враховується сумарний відсоток порушень гомеостазу у досліджуваних дітей конкретно взятої території.

Таблиця 4. Залежність функціонально екологічної порушеності території від стану усереднених відхилень вегетативної нервової системи

Оцінка напруги функціонально-екологічної ситуації регіону	Кількість порушень вегетативного гомеостазу у дітей (в %):		
	В зоні ПА	В зоні ВР	В зоні СА
Зона відносної функціонально-екологічної безпеки	15	70	15
Зона підвищеної функціонально-екологічної уваги	25	50	25
Зона з ознаками розвитку функціонально-екологічної напруги	30	50	20
Зона з ознаками розвитку функціонально-екологічної катастрофи	45	40	15
Зона функціонально-екологічної катастрофи	65	25	10

Примітка: ПА - парасимпатична активність; ВР - вегетативна рівновага; СА - симпатична активність.

Фактично вид комплексного відхилення функціонального здоров'я (симпатичний чи парасимпатичний)

не має значення. Для оцінювання порушеності території особливе значення має відносна кількість пору-

шення вегетативного гомеостазу, що визначається у відсотках.

Використання отриманих даних для побудови карт забруднення і подальшого аналізу даних

Для ефективного використання і аналізу даних функціонального здоров'я населення певної території варто використовувати географічну прив'язку кожного випадку дослідження.

Важко заперечити той факт, що переважна більшість інформації по захворюваннях має географічний аспект і тому її можна просторово аналізувати і наочно представляти у вигляді карт, схем, діаграм, графіків та малюнків. Для ефективного аналізу і візуалізації просторової інформації існують потужні засоби – географічні інформаційні системи (ГІС), які не лише дозволяють створювати електронні карти на основі висококомісних баз даних, але з допомогою різнопланового аналізу наявної просторової інформації вирішувати проблеми різної складності.

У Вінниці з 2001 року функціонує геоінформаційна система органів місцевого самоврядування міста Вінниці на базі ПЗ ГІС "Карта 2000" [10-12].

В даний час у складі МГІС Вінниці розгорнуті ГІС Сервер 2011. Основний продукт - ГВС "Карта 2011", що базується на ГІС пакеті «Панорама», дозволяє візуалізувати отримані дані для подальшого аналізу. Вищезазначені карти можна використовувати

для нанесення даних визначення функціонального здоров'я і побудови карт комплексного забруднення довкілля.

Даний метод картографування можна використовувати для глибокого аналізу різних параметрів довкілля, які можуть включати також стан лісових насаджень, стан мисливської теріофауни та ін.

Висновки. Наведений метод є унікальним і дозволяє провести екологічний аналіз території за допомогою цільової групи організмів – людини.

Метод дослідження є неінвазивний і мало затратний, що дозволяє проводити обстеження різних віково-статевих груп і отримувати дані з мінімальною статистичною похибкою.

Наведений метод не враховує такі суб'єктивні для різних людей показники, як ГДК, ГДД, а тому, оцінює вплив довкілля на кожного підслідного об'єктивно до його можливостей протистояти антропогенним впливам.

Наведений метод є вкрай перспективним у біоіндикації територій забруднених радіонуклідами, хімічними засобами захисту рослин, територій з забрудненими об'єктами гідросфери і атмосфери.

Наведений метод дозволяє оцінювати сумарні впливи всіх негативних факторів довкілля на здоров'я людини.

Література

1. Клименко М. О. Моніторинг довкілля / М. О. Клименко, А. М. Прищеп, Н. М. Вознюк. — К.: Академія, 2006. — 360 с.
2. Шуберт Р. Биоиндикация загрязненных наземных экосистем. — М.: Мир, 1988. — 348 с.

3. Edell DJ. 1986. A peripheral nerve information transducer for amputees: Long-term multi-channel recordings from rabbit peripheral nerves. IEEE Trans Biomed Eng 33:203
4. Нагайчук В. В. Вплив біогальванізації на культуру E. Coli та гемолітичного стафілококу / В. В. Нагайчук // Вісник морфології. — 2010. — № 16(3). — С. 716-720.
5. Енциклопедія анатомії людини. — К., 2000.
6. Scott, Bryan O., "The principles and practice of electrotherapy and actinotherapy". Springfield, Ill., C.C. Thomas, c1959. 314 p.
7. Макац В.Г. Оцінка функціонального здоров'я і вегетативних порушень у дітей зони радіаційного контролю України при їх оздоровленні в умовах питного курорту Моршин (методичні рекомендації) // Вінниця - Баня Лісовицька, 2003, 55 с.
8. Судаков К.В. Функциональные системы организма. / К.В. Судаков. — М., Медицина 1987.
9. Макац В.Г. Биогальванизация в физио- и рефлексотерапии (экспериментально-клинические исследования) // Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора медицинских наук (14.00.34—курортология и физиотерапия). Пятигорск. 1992. 47с.
10. Нова екологія: [Електронний ресурс]: — Геоінформаційні системи в екології – Режим доступу: <http://www.novaecologia.org/voecos-2374-1.html> (дата звернення: 08.12.2015).
11. КБ «Панорама»: [Електронний ресурс]: — Создание геоинформационной системы органов местного самоуправления города Винницы— Режим доступу: <http://www.gisinfo.ru/projects/53.htm> (дата звернення: 12.12.2015).
12. Є.М. Крижановський. Метод автоматизації розрахунку та візуалізації індексу загального забруднення міста / Є.М. Крижановський, І.В. Давидова / Вісник ЖДТУ. 2013. № 4 (67)

УДК 528.9:332.3

ПРОЕКТУВАННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ

Шевченко Р. Ю.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління Мінпиротоди України м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, e-mail: florabio@ukr.net

Наукове завдання уніфікації умовних позначень картографічних моделей, що створені в середовищі геоінформаційних систем є актуальною, особливо для карт і атласів природоохоронної та заповідної тематики. Уніфікація та стандартизація умовних позначень шляхом створення картографічного банку даних (бібліотеки) надасть можливість ефективного державного регулювання та управління у заповідній справі, а саме: єдиний каталог умовних позначень функціональних зон національних природних парків, гідрологічних, геологічних, ботаничних пам'яток природи, інженерно-технічних та проектних заходів на території природних парків та заповідників дозволить уникати різночитання та некореспондентність тематичного змісту відповідних карт. Публікація містить логічні моделі створення умовних позначень за вимогами семіотики, які були апробовані при створенні проекту організації Національного природного парку «Кремнецькі гори» та представлена авторська легенда карти розміщення історико-культурних, рекреаційних екологічних освітньо-виховних об'єктів, екологічних стежок та туристичних маршрутів. **Ключові слова:** бібліотека умовних позначень, картографічний знак, природно-заповідний фонд, семіотика, легенда карти, картографічна модель, довкілля.

Проектирование картографических условных знаков объектов природно-заповедного фонда. Шевченко Р. Ю. Научная задача унификации условных обозначений картографических моделей, созданных в среде геоинформационных систем является актуальной, особенно для карт и атласов природоохранной и заповедной тематики. Унификация и стандартизация условных обозначений путем создания картографического банка данных (библиотеки) расширит возможности эффективного государственного регулирования и управления в заповедном деле, а именно: единый каталог условных обозначений функциональных зон национальных природных парков, гидрологических, геологических, ботанических памятников природы, инженерно-технических и проектных мероприятий на территории природных парков и заповедников позволит избежать разночтения и некорреспондентность тематического содержания соответствующих карт. Публикация содержит логические модели создания условных обозначений по требованиям семіотики, которые были апробированы при создании проекта организации Национального природного парка «Кремнецькі горы» и представлена авторская легенда карты размещения историко-культурных, рекреационных экологических образовательно-воспитательных объектов, экологических троп и туристических маршрутов. **Ключевые слова:** библиотека условных обозначений, картографический знак, природно-заповедный фонд, семіотика, легенда карты, картографическая модель, окружающая среда.

Design map symbols of objects of natural reserve fund. Shevchenko Roman. Scientific task of unification symbols mapping models created in Geographic Information Systems environment is relevant, especially for maps and atlases of environmental and conservation topics. Unification and standardization of symbols through the creation of Cartographic Data Bank (Library) will expand the possibilities of effective state regulation and control in a reserved

matter, namely a single catalog of symbols functional areas of National Parks, hydrological, geological, botanical monuments of Nature, engineering and design activities on the territory of National Parks and reserves to avoid discrepancies and not the correspondence thematic content relevant maps. The publication contains logic models create a legend for the requirements of semiotics, which were tested in creating "Kremnetski Mountains" project organization of the National Natural Park and presents the author's placement of the legend of the Map of historical and cultural, recreational, environmental education and educational facilities, nature trails and hiking trails. **Keywords:** library symbols, mapping sign nature reserve fund, semiotics, map legend, cartographic model, environment.

Вступ

Актуальність дослідження. Для прийняття оптимальних управлінських рішень в природно-заповідній справі необхідна інформація про різні параметри діяльності муніципальних і регіональних структур природоохоронних організацій та інноваційний досвід моніторингу навколишнього природного середовища взагалі і на природно-заповідних територіях національних природних парків зокрема. Універсальним способом, якій демонструє масштабність, просторовість та локалізацію відповідних явищ та об'єктів – є картографічний, а мовою є легенда природозаповідної карти – бібліотека картографічного банку даних умовних позначень об'єктів на територіях та акваторіях природно-заповідного фонду (ПЗФ) України.

Технологічне проектування умовних знаків природно-заповідного фонду, складових ланок в єдиному ланцюзі екологічного картографування досить мало висвітлено в сучасній науковій літературі, тому що основний акцент ставиться на демонстрації лише функціональних особливостей ГІС-систем, а мова карти-умовні позначення досліджуються недостатньо [1-2].

Наукова проблема полягає в тому, що уніфікованих (стандартизованих) умовних позначень об'єктів

ПЗФ не існує. Наслідком цього є картографічна некореспондентність атласів та карт відповідної тематики (різночитаність, що пов'язана із тим, що кожен автор карти самостійно і одноосібно розробляє відповідну знакову бібліотеку) і як наслідок – незабезпеченість прийняття державних рішень уніфікованими картографічними документами, що може бути серйозним фактором нестабільності роботи галузі [6]. Відсутність уніфікованої стандартизованої бібліотеки умовних позначень об'єктів ПЗФ України унеможливує єдиний (континуальний) загальнодержавний картографічний моніторинг довкілля та прийняття правильних рішень у заповідній справі. Відсутність надійної, повної і доступної спеціалізованої бібліотеки умовних позначень ПЗФ стало набагато більш серйозною проблемою, ніж в минулому. Звичайно, на сьогоднішній день існує цілий ряд систем, які можуть забезпечувати вирішення цієї проблеми лише на етапи геовізуалізації лише просторових явищ. Це в першу чергу електронні карти геоінформаційних систем, а також цілий ряд картографічних ресурсів мережі Інтернет (геопорталів).

Науковим завданням дослідження – є розробка теоретико-методологічних прийомів проектування стандартизованої і уніфікованої національної бібліотеки умовних

позначень об'єктів природно-заповідного фонду України.

Картографічний банк умовних позначень (бібліотека) – це новий вид допоміжних геоінформаційних підсистем, адаптованої під попит цифрового картографування в природно-заповідній справі. Запровадження уніфікованої стандартизованої бібліотеки умовних позначень об'єктів ПЗФ України та її впровадження в систему геоінформаційного картографування національних природних парків та заповідників представлятиме однорідну геосемантичну інформацію про відповідні території України і стане важливим фактором вирішення завдань формування системи охорони навколишнього середовища, природозаповідання, а також надання еколого-освітніх (еколого-красознавчих), туристсько-рекреаційних та екскурсійних послуг [3].

Методологія алгоритму розв'язання цієї наукової проблеми спирається на географічні, топографічні, аерокосмічні моделі відображення навколишнього середовища та його сприйняття у вигляді адекватного знаку із геоінформаційною прив'язкою до державної системи геодезичних координат УСК-2000. Картографічний банк даних умовних позначень легко інтегрується до програмних комплексів сучасних ГІС: MapCAD, Digitals, Panorama, ArcGIS і не вимагатиме тривалого навчання ГІС-користувачів і не буде високотехнологічним для переформатування потокової геоінформації карт, що вже використовуються (символьної або текстової), це лише переведе їх у національний картографічний стандарт.

Результати дослідження

Проектування системи умовних знаків для наповнення електронної карти є складним завданням на початковій стадії розробки. З початку необхідно розглянути загальні критерії вибору умовних позначень для потреб заповідної справи. Картографічний банк умовних позначень являє собою, перш за все систему картографічних знаків, що візуалізуються і відповідним чином інтерпретуються на екрані монітора. Для визначення критеріїв, за якими будуть моделюватися відповідні умовні позначення, необхідно розглянути питання проектування картографічних піктограм на електронній карті. Підхід до проектування системи картографічних позначень і карти в цілому багато в чому визначається призначенням, тематикою, масштабом картографічної моделі, що складається.

Істотна відмінність в підході до проектування умовних позначень спостерігається в залежності від функціонального призначення карти (користувацької цільової аудиторії), наприклад, карта для наукових цілей функціонального зонування національного природного парку, контрастує з картою, що відображає освітньо-екологічні, туристичні, рекреаційні ресурси природно-заповідної території. Карта для наукових цілей ПЗФ, на відміну від карт широкого вжитку призначена для зняття з неї точної і достовірної, як правило геодезичної інформації. Основна задача проектування і конструювання умовних позначень для ГІС природно-заповідних територій полягає в тому, щоб візуалізація інформації з електронних карт повинна однозначно сприйматися і

інтерпретуватися як на ПК так й на навігаторах та смартфонах або інших переносних гаджетах.

Умовні картографічні позначення як графічна мова карти (картографічний мова) показують модифікований вид об'єкту, його просторове положення, розміщення і інформацію про нього. Перевага картографічних знаків перед вербальним поясненням полягає в тому, що вони допомагають розкрити просторово-тимчасові зв'язки і відносини. Наукою, яка вивчає знакові системи, називається картосеміотика.

Відповідність позначень до дійсності представлена в легенді карти, яка служить саме для уточнення її змісту. Легенда - система використаних на ній умовних позначень і текстових пояснень до них. У легенді необхідна послідовність позначень, тобто класифікований відбір, щоб більш логічно уявляє зображуваний об'єкт або процес.

При проектуванні стандартизованої бібліотеки картографічних позначень необхідно розглянути наступне: вибір умовних позначень за допомогою семіотики; критерії вибору конструкції знаку, кольору і пріоритету сприйняття знаку (об'єкта) на карті з позиції основних аспектів семіотики; адаптування критерії вибору знаків за допомогою кольорознавства; розглянути умови однакового сприйняття кольору виробником і споживачем карти для ергономічного проектування системи.

Розглянемо критерії вибору умовних позначень з позиції семіотики, яка включає в себе наступні аспекти: синтаксичний, семантичний, прагматичний та лінгвістичний. За допомогою картографічної синтактики вирі-

шуються такі питання: будуються та систематизуються картографічні позначення за допомогою графічних засобів, досліджуються поєднання графічних засобів в одному позначенні, аналізуються комбінації картографічних зображень в просторі змістовного навантаження карти, а також шляхи їх раціонального компонування.

З позиції картографічної синтактики необхідно змоделювати умовні позначення в ГІС таким чином, щоб вони мали деяку загальну систему за елементами їх конструкції [4]. Об'єкти протипожежної системи національного природного парку та інженерно-технічні заходи, що проводяться на його території є спорідненими об'єктами тематики, і тому повинні мати знаки однакової конструкції, але з різним кольором.

Необхідно встановити об'єкти, які є пріоритетними і другорядними, для того щоб згодом визначити для них форму і колір умовного позначення об'єктивно за їх призначенням. Пріоритетними об'єктами на карті природно-заповідного фонду будуть наступні: геолокалізація червонокнижної та зеленокнижної флори та фауни, геоморфологічні особливості, що використовуються в рекреаційних цілях, аншлаги, реперні центри тощо. Причому ступінь зниження пріоритету буде йти згідно перерахованим в списку об'єктам і виглядає наступним чином:

$$A_1 = \{f(x_1), f(x_2), f(x_3), \dots, f(x_n)\}, \quad (1)$$

де $x \in A_1$; A_1 – сукупність знаків першорядної групи, з умовою, що:

$$f(x_1) > f(x_2) > f(x_3) > \dots > f(x_n),$$

де $f(x_n)$ – умовний знак об'єкту; n – порядок пріоритету об'єкта.

Другорядними об'єктами на карті будуть наступні об'єкти: межі парку (заповідника), функціональних зон, лісові квартали, річки, ставки (один знак), службові споруди, підписи. В другорядному списку об'єктів ступінь значущості буде наступною:

$B = \{f(y_1), f(y_2), f(y_3), \dots, f(y_n)\}$, (2)
де $y \in B$; B – сукупність знаків другорядної групи, з умовою, що: $f(y_1) \geq f(y_2) \geq f(y_3) \geq \dots \geq f(y_n)$, де $f(y_n)$ – умовний знак об'єкта; n – порядок пріоритету об'єкта.



Рис. 1 – Легенда карти із поєднанням натуралістичних та геометричних умовних позначень на туристичній карті НПП «Кременецькі гори» (авторська розробка)

В другорядній групі, як видно з формули (2) допускається рівність знаків в частині сприйняття, тобто не має значення, що деякі позначки цієї групи можуть однаково візуально сприйматися. Однак слід зазначити, що: $y \square A \text{ та } x \square B \square A \square B = \square$

Визначивши умовні позначання по групах, приступимо до їх конструювання. Умовні позначення ПЗФ

України відповідно до характеру поширення відображуваних об'єктів і явищ поділяються на три групи наступним чином:

$$I = \{a, b, c\}, \quad (3)$$

де I - безліч груп умовних знаків: a, b, c підмножини I . a - значкове група позначень (гідрологічні, геологічні, ботанічні пам'ятки природи); b - лінійна група позначень (туристич-

ні маршрути, дороги, річки на території ПЗФ); c - площинна група позначень (лісові квартали, територія парків та заповідників тощо). У свою чергу кожна група складається з наступних елементів:

$$\begin{aligned} a &= \{K, L, C, Q, M\}; \\ b &= \{K, L, C, Q, M\}; \\ c &= \{K, L, C, Q, M\}; \end{aligned} \quad (4)$$

Літерними позначеннями вказані наступні характеристики умовного позначення: K – форма, L – розмір, C – колір, Q – орієнтування, M – внутрішня структура. Змінюючи параметри в кожній групі умовних позначень можна домогтися не тільки вирішення поставленого завдання формування черговості сприйняття умовних позначень, а й вибрати вдале розташування (компонування) на карті з урахуванням законів картографічної генералізації, а також забезпечити їх естетичне сприйняття (картографічний дизайн умовних позначень).

При конструюванні умовного позначення визначаємо його геометричні характеристики або його вид, наприклад натуралістичний (піктограма, що нагадує конструктивний вигляд об'єкту) (рис. 1), виходячи з наявних груп умовних позначень, що в першорядній групі все умовні позначення будуть значкові геометричні. Другорядна група картографічних позначень буде також значковими геометричними і лише лінійними позначеннями будуть межі ПЗФ.

Підписи об'єктів входять в окрему групу умовних позначень і мають наступні параметри:

$$F(x) = \{g, m, r, z\}, \quad (5)$$

де $F(x)$ - сукупність параметрів підписів об'єктів, g - картографічний

шрифт, m - розмір, r - колір, z - ефект для поліпшення сприйняття.

Другим критерієм семіотики при розробці позначень буде картографічна семантика, в якій виділяються наступні напрямки: вивчення смислового значення знаків, визначення ставлення знаків до дійсності, виявлення інформаційних властивостей знаків.

Смислове значення позначень полягає, перш за все, в тому, щоб за допомогою графічного образу і відповідно складеної легенди карти спробувати передати, ту особливість, яка властива об'єктам ПЗФ України. Для цього необхідно встановити родові і видові зв'язки об'єктів ПЗФ України. Безсумнівно, що еколого-освітні і туристсько-краєзнавчі об'єкти є спорідненими в рамках сфери гуманітарної роботи на території ПЗФ і, отже, повинні бути систематизовані, тобто приведені до якихось загальних критеріїв наступним чином:

$$Q_1 = \{X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}\}, \quad (6)$$

де $X \in Q_1$; Q_1 - фундаментальна сукупність картографічних позначень у ГІС; $X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}$ - сукупність картографічних позначень певної групи видового зв'язку, причому вираз (6) трансформується таким чином:

$$X_{11} = \{Y_{11}, Y_{12}\}, \quad (7)$$

де Y_{11}, Y_{12} - сукупність умовних позначень, що входять в дану групу. При складанні даної класифікації впорядковується процес читання карти і полегшується пошук потрібної геоінформації [5].

Виявлення інформаційних властивостей картографічних позначень необхідно для того, щоб знати яке позначення краще допоможе відобра-

зити об'єкт або зображуване явище. Позначення дозволяють характеризувати якісні та кількісні особливості об'єктів ПЗФ, а також їх внутрішню структуру. На картах ПЗФ України позначення, що відображають національні природні парки, будуть використовуватися абстрактні геометричні знаки: квадрати, ромби, трикутники. Однак ці знаки будуть позамасштабними (розмір знаків буде незмінний при збільшенні або зменшенні масштабу - зумування), і, отже, розмір позначення не відобразить кількісну характеристику, а колір - якісну. З'ясувавши всі напрямки картосемантики, перейдемо до третього критерію картосеміотики, а саме до картографічної прагматики при проектуванні картографічних бібліотек позначень [4].

Картографічна прагматика допомагає розглянути сприйняття позначень до виробників і споживачів картографічної продукції (в даному випадку працівників природно-заповідного фонду та екотуристів). При створенні картографічного банку даних умовних позначень [3] ці аспекти інтерпретації сприйняття позначень виражаються в наступних моментах: виробники карт повинні при використанні стандартизованих (уніфікованих) картографічних позначень об'єктів ПЗФ, на основі знання процесів і законів зорового сприйняття, забезпечити хорошу читаність позначень з урахуванням зчитування знаків ГІС-системами; споживачі карт повинні вміти аналізувати карту і розуміти сутність представлених об'єктів і відображаються явищ, що дозволяє однозначна

інтерпретація смислового навантаження на картографічне умовне позначення. Знання з картографічної лінгвістики допомагають правильно підписувати назви географічних об'єктів, визначати шрифт, колір та орієнтацію у полі змістового навантаження карти. Хороша читаність умовних позначень буде в тому випадку, якщо дотримані правила і рекомендації кольорознавства.

Висновки

Виходячи з вищевикладеного, слід зазначити, що процес проектування бібліотеки умовних позначень ПЗФ України є досить складним завданням тому і розроблений алгоритм конструювання картографічних позначень ПЗФ України. Для позитивного сприйняття геоінформаційної карти національного природного парку користувачу необхідно, щоб розробка умовних позначень спиралася на закони картосеміотичних наук. Лише ґрунтуючись на вищевказані науки можна вирішити основне завдання оптимізації сучасної системи умовних позначень, що відображають об'єкти ПЗФ України, яка полягає в тому, щоб візуалізація інформації з карт легко сприймалася, однозначно інтерпретувалася та правильно використовувалася.

Відповідна методика була використана та успішно апробована для створення серії карт природно-заповідного фонду Національного природного парку «Кремнецькі гори» і буде й надалі використовуватися при екологічному картографуванні територій ПЗФ України.

Література

1. Смирнов С.В., Тюкавкин Д.В. Разработка тематического слоя геоинформационной системы при помощи графо-аналитической модели // Объединённый научный журнал. – М., 2003. – №22. – С. 79-80.
2. Смирнов С.В. Технологическое проектирование условных знаков для геоинформационной системы на примере социально-образовательной сферы / Труды 3-й Международной научной конференции «Автоматизация в промышленности» (Москва, 2009). – М.: Институт проблем управления РАН, 2009. С. 135-142.
3. Шевченко Р.Ю. Картосемантический комплекс инструментов для визуализации та передачі геопросторових даних у картографічних легендах // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії : зб. наук. пр. – Харків, 2012. – Вип. 15. – С. 107-111.
4. Ширяев Е.Е. Картографическое отображение, преобразование и анализ геоинформации. – М.: Недра, 1984. – 248 с.
5. Samet H. The Quadtree and Related Hierarchical Data Structures // Association for Computing Machinery Computing Surveys. – 1984. – June, №2. – P. 187-260.
6. Ranade S., Shneier M. Using Quadtrees to Smooth Images // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. – 1981. – May, № 5. – P. 373-376.

ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 502 (075.8)

АНАЛІЗ ПОТРЕБ У ГЕОЛОГІЧНОМУ ВИВЧЕННІ НАДР

Бодюк А.В.

Київський університет управління та підприємництва
вулиця Глазунова, 2/4, Київ, 01042

Обґрунтовано визначення і особливості суспільних і державних економічних потреб у вивченні надр. Наведено їх класифікацію, чинники, що на них впливають. Розробляється положення про поєднання державних потреб у геологічному вивченні надр з особистими, колективними та суспільними потребами в суспільному виробництві та за його межами. **Ключові слова:** потреби, ресурси, надра, корисні копалини, економіка, баланси, фахівці.

Обосновывано определение и особенности общественных и государственных экономических потребностей в изучении недр. Показана классификация, факторы, которые на них влияют. Разрабатывается положение об объединении государственных потребностей в геологическом изучении недр с личными, коллективными и общественными потребностями в общественном производстве и за его пределами. **Ключевые слова:** потребности, ресурсы, недра, полезные ископаемые, экономика, балансы, специалисты.

Justified by the definition and characteristics of public and state economic needs in the study of mineral resources. Given their classification, factors that affect them. Worked provision of a connection, the state needs to geological studies of personal, collective and social needs within the social production and beyond. **Keywords:** needs, resources, demand, minerals, economics, balance sheets, experts.

Геологія належить до надто містких природничих наук, а її фахівці досліджують корисні копалини та їх родовища для вирішення проблем забезпечення потреб народного господарства і населення у корисних копалинах та продуктах їх переробки. Вона об'єднує ряд галузевих наук, наприклад, геологію корисних копалин, гідрогеологію, інженерну геологію, мінералогію, історичну геологію та ін. Фахівці цих наук у процесі роботи

«вручну» або з застосуванням технічних і нетехнічних засобів і методів досліджень, а також виконання допоміжних робіт здійснюють науково-виробничу діяльність у надрах, яка потребує певних витрат. За результатами їх діяльності формуються певні наукові та господарські рекомендації і тощо.

Отже, логічно розглядати наукові, технічні, технологічні, економічні, фінансові та інші аспекти надрокорис-

тування з урахуванням потреб у їх вирішенні. Потреби геологічного вивчення надр (ГВН) необхідно розглядати як потреби народу, оскільки надра, за Конституцією України, є його власністю і цю власність необхідно максимально використовувати для підвищення добробуту населення та економічної безпеки держави.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженню проблем надрокористування, раціонального використання надр, економіки, фінансування, екології присвячені праці відомих науковців, зокрема І.Д. Андрієвського, О.Б. Боброва, С.А. Виживи, С.В. Гошовського, М.М. Коржнева, М.М. Костенко, М.Д. Красножона, М.М. Курило, О.І. Левченка, Б.І. Малюка, В.С. Міщенко, Т.П. Міхницької, В.А. Михайлова, П.М. Нестерова, Б.З. Піріашвілі, О.В. Плотнікова, Г.І. Рудька, В.А. Рябенка, Б.П. Чиркіна, П.М. Чепіля, В.О. Шумлянського, М.П. Щербака, М.А. Якимчука та ін. [7 – 17]. Однак в їх дослідженнях не приділено належної уваги теоретико-економічному обґрунтуванню галузевої інформаційно-економічної діяльності щодо наземних господарських процесів у поєднанні з надровими (літосферними), науково-технічними, професійно-кадровим і фінансовими факторами. Аналіз впливу цих факторів у взаємозв'язку зумовлює актуальність теоретичних досліджень в економічній геології для їх висвітлення у наукових виданнях та практичного використання.

Мета статті – розробка системи понять, що дозволяють науко обґрунтувати економічні потреби в дослідженні надрових ресурсів та прове-

денні пошуково-розвідувальних робіт. Нами проведено обґрунтування ресурсної концепції розвитку економічної геології, адже надра є джерелом виявлених і невиявлених ресурсів для задоволення економічних потреб у мінеральній сировині переробної промисловості, а народу – в її продукції.

Результати досліджень

Існує потреба в уточненні щодо поняття потреби вивчення надр, зокрема, потреби різних геологічних наук в одержанні інформації про наявність у надрах корисних копалин.

У словниках зазначено, що геологія як наука вивчає «...речовинний склад землі, будову, рухи та історію розвитку земної кори, послідовність розвитку органічного світу, утворення й розміщення корисних копалин» [6]. Складові земної кори логічно називати геологічними об'єктами, що знаходяться в надрах. Геологічна карта також належить до геологічних об'єктів, але вона створюється не в надрах. Отже, поняття «геологічний» слід варто розуміти як характеристику внутрішньоземних накопичень матеріально-речовинних компонентів, створених без праці людини.

За офіційним визначенням, геологічна діяльність – це «...виробнича, наукова та інша діяльність, що пов'язана з геологічним вивченням надр» [6]. Але на нашу думку, це визначення не достатньо обґрунтоване, а поняття «геологічна діяльність» не може застосовуватися взагалі. Діяльність властива людині, колективу людей, керівникам геологічних підприємств тощо. Процеси у земній корі відбувалися протягом мільярдів років, тобто у далекому минулому без участі

людини. Але сучасна діяльність людини, виконання нею певних робіт зумовлює необхідність вивчення речовинного вмісту земної кори. Вважаємо логічним застосовувати поняття геологічного вивчення надр (ГВН), як виду певної діяльності фахівців.

За статтею 1 відповідно до Кодексу України про надра "Надра – це частина земної кори, що розташована під поверхнею суші та дном водоймищ і простягається до глибин, доступних для геологічного вивчення та освоєння» [4]. У цьому визначенні безпосередньо йдеться переважно про вивчення й освоєння надр, а про геологію дуже мало. Тому, логічно розуміти, що геологи розвідують не геологію, а надра, а точніше – літосферу, тобто верхню тверду оболонку Земної кулі, що отримала ще назву земної кори. Праця (розвідка) геологів та інших фахівців геологічних підприємств поширюється на виявлення та оцінку у надрах корисних копалин та їх родовищ як геологічних об'єктів.

Отже, геологічне вивчення надр (ГВН) треба розуміти як дослідно-виробничі процеси вивчення надр відносно їх речовинного складу, будови, зміни та історії розвитку, утворення й розміщення корисних копалин, їх якісних та кількісних показників. Вживане у публікаціях поняття «геологорозвідувальне виробництво» не може широко застосовуватися, оскільки розвідують надра не тільки з метою вивчення корисних копалин. Отже доцільно застосовувати запропоноване нами поняття надророзвідувальне виробництво (НРВ) як поняття екологічна екологія (ЕГ). Актуальність і потреби розвитку ЕГ як галузі науки визначається передусім

надро-земельним багатством території України.

Аналіз відповідної наукової, статистичної, офіційної та нормативної за профілем інформації показав, що в надрах України потенційно міститься більшість перспективних видів корисних копалин, на які багата Земля. Тому за умови належної організації та фінансування їх геологорозвідки, видобутку, обробки та переробки суб'єкти господарювання країни могли б бути забезпечені наближено до потреб власними мінерально-сировинними ресурсами. У потребах найважливіших ресурсів практична економіка країни може бути частково залежною від імпорту нафти і газу. Тому механізм управління надрокористуванням, державна природно-ресурсна політика, розвиток інноваційної діяльності суб'єктів господарювання, фіскальне сприяння зміцненню їх економічного потенціалу, а отже й країни, залишаються актуальними об'єктами досліджень економічної геології.

ЕГ необхідно розглядати як перспективну галузь науки. Вона теоретично пов'язана з геологією родовищ і оцінкою корисних копалин, економікою пошуково-розвідувальних досліджень і робіт, фінансами підприємств, іншими науково-технічними й геологічними навчальними дисциплінами, а практично – з окремими видами економічної діяльності або галузями економіки, виробничу діяльність суб'єктів господарювання яких забезпечується надро-земельними ресурсами. Логічно вживати як науково обґрунтоване поняття «потреби геологічного вивчення надр». Це дослідження наявності та стану корисних копалин, визначення геолого-економічних оцінок, перспектив розробки родовищ тощо. Доцільно

розглянути й інші поняття, що визначають потреби в геологічному вивченні надр (ГВН).

Об'єктом потреб ГВН, на наш погляд, є корисні копалини, їх родовища, а також наукова геологічна інформація про надра. До суб'єктів потреб ГВН належать геологічні підприємства, науково-дослідні заклади, державна геологічна служба, надрокористувачі, державні органи та ін. Мета ГВН – встановлення економічної доцільності передачі розвіданих родовищ в експлуатацію.

З урахуванням потреб до завдань геологічного вивчення надр пропонується віднести:

- 1) дослідження ресурсів корисних копалин відповідно до загальнодержавних програм розвитку мінерально-сировинної бази України, регіональних та інших її програм;
- 2) дослідження запасів корисних копалин та порівняння їх показників з показниками потреб у мінеральній сировині;
- 3) визначення геолого-економічних оцінок запасів корисних копалин;
- 4) створення правової бази передачі родовищ в експлуатацію за потребою державного регулювання надрокористування;
- 5) визначення затрат на геологічне вивчення надр і порівняння їх з потребними вигодами та ін.

Необхідно офіційно запровадити поняття надророзвідувального виробництва, яке охоплює сучасне поняття геолого-розвідувальні роботи (ГРР), а також певні геофізичні, гідрогеологічні, екологічні та інші суміжні дослідження надр щодо їх будови, оцінки корисних копалин тощо. НРВ створюється, організується і здійснюється відповідно до потреб. Геологічне ви-

вчення надр щодо потреб здійснюється в геологічних державних і приватних підприємствах. Так, для будь-якого геологічного суб'єкта господарювання потребами є проведення геологічного вивчення, геолого-економічна оцінка, розробка ТЕО-кондицій, затвердження результатів розвідки в ДКЗ. Виникають потреби у довивченні розвіданих родовищ корисних копалин та перерахунку їх запасів.

Для обґрунтованого визначення потреб ГВН фахівцям необхідно:

- знати теоретичні та методичні принципи проектування, планування та організації пошуково-розвідувальних досліджень і робіт (НРВ);
- знати зміст, структуру та вміти заповнювати основні види документів планування пошуково-розвідувальних досліджень і робіт (пооб'єктний план, геологічне завдання та ін.);
- умови, в яких проводяться пошуково-розвідувальні дослідження і роботи;
- вміти орієнтуватись у використанні Інструкції ДКЗ щодо застосування класифікації запасів і ресурсів по родовищах окремих видів корисних копалин при проведенні геологорозвідувальних робіт;
- вміти розраховувати витрати при проведенні пошуково-розвідувальних досліджень, на оплату праці, матеріально-технічне постачання та інші на основі використання Збірників укрупнених кошторисних норм (ЗУКН);
- складати проектний кошторис робіт;
- додержуватись теоретичних та методичних принципів проектування, планування й організації пошуково-

розвідувальних досліджень і робіт тощо.

Для плідної співпраці з замовниками, заощадження їх коштів геологічні підприємства використовувати індивідуальний підхід до їх вимог щодо зниження ризиків; проводити попереднє вивчення ділянок, зокрема, при проведенні пошуково-розвідувальних досліджень і робіт. Важливим для економії коштів замовника є вибір найбільш перспективних ділянок з мінімальною потужністю розкривних порід з найбільш сприятливими умовами розробки родовищ.

Потреби країни у паливно-енергетичних ресурсах зумовлюють проведення розвідки для відкриття нових родовищ. Окремо можна виділити вивчення потреб у збільшенні видобування корисних копалин, які користуються сталим попитом на світовому ринку і необхідні для збільшення валютних надходжень (титан, циркон, декоративно-облицювальні матеріали, каолін, графіт) чи випуску продукції для вигідного товарообміну з країнами СНД (залізні і манганові руди, титан, циркон, вогнетривкі глини та ін.).

Перспективними є потреби у створенні власного виробництва з гостро необхідними видами мінеральної сировини, що ввозяться з інших країн і без яких неможлива робота діючих металургійних та деяких інших підприємств. Тому, зокрема є потреба у розробці хромових і хромонікелевих, фосфатних руд, флюоритів, природних магnezіальних силікатів, оскільки з дунітів, олівінітів, серпентинітів формують шихти для виготовлення форстеритових вогнетривів. Актуальним є визначення потреб у відкритті, в першу чергу, родовищ, що знаходяться

поряд із діючими або з такими, що виходять з ладу, гірничодобувними підприємствами, адже можна використати їх потужності, інфраструктуру та фахівців.

Була і залишаються нагальною інформація щодо потреб розбудови власної мінерально-сировинної бази з найважливіших стратегічних видів корисних копалин: золото та інші благородні метали, скандій, літій, рідкісні земельні тощо. Потреби в них зумовлені потребами забезпечення власною сировиною складних наукоємних технологій сучасних виробництв і підвищення експортного потенціалу суб'єктів господарювання нашої держави. Тобто, у першу чергу, необхідні родовища, які розташовані поблизу гірничодобувних підприємств. Пошуки більш багатих покладів, особливо цінної сировини, в інших районах здійснюються за потреби підготовки нових родовищ для вигідної експлуатації їх у майбутньому як власними коштами і силами України, так і з використанням зарубіжних інвестицій.

Цінність корисних копалин як майбутньої сировини визначається вилученням з них корисних компонентів. Тому завжди є потреба у збільшенні корисного виходу та його оцінки, наприклад, у чорній, кольоровій металургії та й інших галузях, виробництво яких використовує корисні речовини із сировини. Для їхньої оцінки використовуються коефіцієнти вилучення продукту з вхідної сировини ($K_{\text{вил}}$), які розраховуються як відношення ваги (обсягу) запланованого або фактично вилученого продукту ($V_{\text{вил}}$) до ваги або об'єму цього продукту, що міститься у вхідній сировині ($V_{\text{вх}}$):

$$K_{\text{вил}} = V_{\text{вил}} : V_{\text{вх}} * 100\%.$$

Безумовно, що потребою є збільшення значень даного показника.

З урахуванням потреби одержання різних видів геологічної інформації здійснюється комплексне геологічне, гідрогеологічне, інженерно-геологічне та еколого-геологічне картування і картографування території.

Доцільно розглянути потреби в ресурсах на макрорівні. Оскільки гірничо-промисловість не забезпечує потреби у мінеральній сировині, то держава спрямовує зусилля на розширення геологічного вивчення надр. Для цього необхідні певні державні кошти, запропонування організаційних заходів, залучення технічних засобів, прогресивних технологій та праці фахівців – виконавців пошуково-розвідувальних досліджень і робіт та ін.

Тому геологічним підприємствам надається інформація про виробничу та організаційну структуру геологічної галузі України загалом, фінансові можливості Державної служби геології та надр України (у минулому Державної геологічної служби України) та геологічних підприємств з їх головними підрозділами та надрокористувачами. Складними, але обов'язковими є процедури одержання дозволів на проведення пошуково-розвідувальних досліджень і робіт та інших видів користування надрами.

Організація ГВН належить до складних видів адміністративно-господарської діяльності геологічних підприємств. Це організація планування, проектування та виконання головних видів геологорозвідувальних робіт і допоміжних процесів відповідно до певних принципів нормування та організації праці на геологічних підприємствах, складання звітів тощо. Тому потреби в належній організації ГВН слід вра-

жати складними, актуальними і такими, що необхідні на всіх його етапах. Аналогічно важливими є визначення потреб у плануванні геологічного вивчення надр. Організація і планування ГВН потребують вивчення закономірностей розвитку потреб у мінеральній сировині в країні та її регіонах; вивчення тенденцій господарської діяльності і розвитку геологічних підприємств та їх структурних підрозділів; дослідження і засвоєння методів ефективного виконання господарських завдань при найменших матеріальних, трудових і фінансових витратах; вивчення змін в основних нормативних документах, які чинні в геологічній галузі, зокрема Кодексу України про надра, класифікація запасів і ресурсів корисних копалин Державного фонду надр та ін.; встановлення нових потреб в організації праці на підприємствах з урахуванням особливостей створення оптимальних умов праці при конкретних видах геологічних досліджень. Важливим є передбачення заходів щодо дотримання принципів організації і виконання основних геологорозвідувальних та допоміжних операцій, зокрема, геолого-зйомочних, гірничо-прохідницьких, бурових, геофізичних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних та інших видів.

При виконанні процедур планування фахівці досліджують основи, методи та документацію планування і проектування, структура та зміст проекту, кошторис на проведення пошуково-розвідувальних досліджень і робіт. Тому об'єктами досліджень відповідних фахівців мають постійно бути минулі організаційні напрями планування та проведення ГВН, інформація про стабільність та види процесів ГВН, особливості організації та фінансуван-

ня регіональних, зйомочних, пошукових та розвідувальних стадій ГВН.

До потреб планування й організації ГВН належить і дослідження сучасних тенденцій розвитку пошуково-розвідувальних досліджень і робіт, особливо економічних та організаційних напрямів функціонування геологічних підприємств в Україні та в розвинутих гірничодобувних країнах світу.

Проектування пошуково-розвідувальних досліджень і робіт потребують обґрунтування структури та змісту проекту; врахування особливостей проектування досліджень і робіт за їх видами; ведення обліку та аналізу умов їх виконання; складання кошторисів на дослідження і роботи з використанням збірників укрупнених кошторисних норм; обґрунтування потреб у фінансуванні ГВН; розробки фінансового плану та контролю його виконання.

На геологічних підприємствах до постійних потреб належать потреби складання кошторисів виконання пошуково-розвідувальних досліджень і робіт з використанням укрупнених кошторисних норм. Тому вони потребують прогресивних кошторисних норм, систематичного вивчення чинників, які впливають на розрахунок кошторисних норм. До таких чинників, наприклад, належать складність дешифрування матеріалів аеро-фотозйомок; типи територій за ступенем вивченості; категорії складності геологічної будови місцевості; категорії складності проектування пошукових робіт; категорії відслоненості гірських порід при проведенні маршрутів та ін.

До інших належать потреби: визначення кошторисної вартості пошуково-розвідувальних досліджень і робіт; створення нормалізованих умов вико-

нання досліджень і робіт; використання поправочних коефіцієнтів до норм праці при складанні кошторисів; обчислення тривалості робіт за допомогою укрупнених кошторисних норм.

Важливим етапом планування і звітування геологічних підприємств є аналіз витратних та прибуткових статей кошторису залежно від виду досліджень і робіт: зйомочних маршрутів, бурових, гірничо-прохідницьких, гідрогеологічних, інженерно-геологічних, геофізичних та ін.

Потреби фінансування пошуково-розвідувальних досліджень і робіт включають розробку фінансового плану, встановлення джерел фінансування в Україні. Наукові дослідження охоплюють встановлення потреб визначення показників за формами капіталізації результатів НРВ, розробку оптимальних принципів схем фінансування досліджень і робіт за ринково-економічними засадами. Для визначення шляхів покращення фінансування важливим є порівняння фінансового забезпечення геологічного вивчення надр в Україні з основними гірничодобувними країнами світу.

До інших належать також потреби в оптимізації організаційної структури геологічної галузі в Україні, запровадження наукових основ планування пошуково-розвідувальних досліджень і робіт на макро- і мікрорівнях, проектування геологорозвідувальних робіт, організація праці на геологічних підприємствах, організація основних та допоміжних процесів геологічного вивчення надр. Потреби у належній організації геологічного вивчення надр поширюються на макро і мікрорівень, його етапи та стадії.

Висновки

Проведені дослідження дозволяють зробити наступні висновки та внести обґрунтовані пропозиції. Різні аспекти теоретичної і практичної значимості потреб для геологічної науки ще досконало не обґрунтовані. Геологічне вивчення надр вимагає встановлення поєднаних потреб у ньому державних з регіональними та суспільними потребами в межах суспільного виробництва і за його межами.

Пропонується застосовувати як обґрунтоване поняття «потреби ГВН» для дослідження наявності та стану корисних копалин, визначення геолого-економічних оцінок, перспектив промислової розробки родовищ. Поняття від-

повідних потреб варто адаптувати до всіх видів і етапів пошуково-розвідувальних досліджень і робіт. Зміст, види й особливості аналізованих потреб, що аналізуються, відображають конкретні етапи і процеси ГВН.

Поняття геологічних потреб може вживатися паралельно з традиційно вживаними поняттями геологічних підприємств, середовища, інформації та ін. Актуальними слід визнати потреби щодо скорочення витрат на пошуково-розвідувальні дослідження й роботи. Доцільно запровадити поняття НРВ, яке охоплює сучасне поняття ГРР, а також певні геофізичні, гідрогеологічні, екологічні та інші суміжні дослідження надр щодо їх будови, вмісту тощо.

Література

1. Конституція України: Прийнята на п'ятій сесії Верховної Ради України 28 червня 1996 року. – К.: Велес, – 2006. – 48 с.
2. Проект Кодексу України про надра (нова редакція): <http://geonews.com.ua/news/detail/proekt-kodeksu-ukraini-pro-nadra-47301>.
3. Податковий кодекс України. К.: Вісник Міністерства доходів і зборів України, 2014, січень, № 2 – 3. – 430 с. (зі змін. і доп.).
4. Про надра: Кодекс України від 27 липня 1994 року № 132/94-ВР (зі змін. і доп.).
5. Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр. Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 5 травня 1997 р. № 432 (із змінами).
6. Сучасний тлумачний словник української мови: 50 000 слів/ За заг. ред. В.В. Дубічинського. – Х.: ВД «ШКОЛА», 2006. – 832 с.
7. Малюк Б.І., Бобров О.Б., Красножон М.Д. Надрокористування у країнах Європи і Америки: Довідникове видання. – К.: Географіка.- 2003. – С. 196 – 197.
8. Рудько Г.І., Плотників О.В., Курило М.М., Радванов С.В. Економічна геологія родовищ залізистих кварцитів. – К.: Вид-во «Академпрес».- 2010. – 272 с.
9. Рудько Г.І., Литвинюк С.Ф., Ловіноков В.І. Геолого-економічна оцінка вугільних родовищ України / Мінеральні ресурси України. – 2012 – № 3. – С. 23 – 28.
10. Рудько Г.І., Курило М.М., Радванов С.В. Економіко-геологічна оцінка родовищ корисних копалин. – К.: АДЕФ-Україна.- 2011. – 384 с.
11. Гошовський С.В., Андрієвський І.Д., Андрієвський С.І. та ін. Державне регулювання користування надрами / За ред. С.В. Гошовського, І.Д. Андрієвського. К.: УкрДГРІ.- 2012. – 386 с.
12. Рудько Г.І., Адаменко О.М. Землелогія. Еколого-ресурсна безпека Землі / За ред. Г.І. Рудька. – К.: Вид-во «Академпрес».- 2009. – 512 с.
13. Регіональні матеріально-ресурсні баланси: рекомендації по складанню базових балансів / В.С. Дубовик, О.М. Нижник, Б.З. Піріашвілі, Б. П. Чиркін. – К., 2005. – 80 с. – (Препрінт / НАН України. Рада по вивченню продуктивних сил України).

14. Основи економічної геології: Навч. посіб. для студ. геол. спец. вищ. закл. освіти / М.М. Коржнев, В.А. Михайлов, В.С. Міщенко та ін. – К.: “Логос”.- 2006. – 223 с.
15. Гринченко О.В., Курило М.М., Михайлов В.А. Металічні корисні копалини: Підручник. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет».- 2006. – 218 с.
16. Гуресв М.М. Геолого-економічна оцінка залізородної бази Українського щита для прямого відновлення заліза : Дис... канд. наук: 04.00.19. – 2008.
17. Федоришин Ю.І., Яковенко М.Б., Фесенко О.В., Тріска Н. Т. Глибинна будова земної кори Українського щита як основа для прогнозно-металогенічних досліджень // Зб. наук. праць УкрДГРІ. – К.: УкрДГРІ.- 2009. – № 1– 2. – С. 18 – 33.
18. Про затвердження Положення (стандарту) бухгалтерського обліку 33 "Витрати на розвідку запасів корисних копалин": Наказ Міністерства фінансів України від 26 серпня 2008 року № 1090. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 12 вересня 2008 р. за № 844/15535.
19. Про виконання комплексної програми наукових досліджень НАН України “Мінеральні ресурси України та їх видобування”: постанова Президії Національної академії наук України від 30.03.2007 р. № 91.
20. Экономика и планирование потребностей и потребления / Межвузовский сборник. – М.: МИНХ им. Г.В. Плеханова.- 1984. – 162 с.
21. Реструктуризація мінерально-сировинної бази України та її інформаційне забезпечення / С.О. Довгий, В.М. Шестопалов, М.М. Коржнев та ін. – К.: Наукова думка, 2007. – 347 с.

УДК 621.928.9

ПЕРСПЕКТИВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕВЕРНОМ ПРИАЗОВЬЕ

Волошин В.С., Елистратова Н.Ю.,

ГБУЗ Приазовский государственный технический университет

ул. Университетская, д.7, 87500, г. Мариуполь

ms.n.y.e@mail.ru

Рассмотрены фактические предпосылки для создания свободной экономической зоны на территории региона Северного Приазовья. Представлен анализ прогнозируемых вариантов развития экономико-социальной и экологических сфер с использованием моделей системной динамики Дж. Форрестера. Предложен сценарий эффективного целевого инвестирования на примере г. Мариуполя. *Ключевые слова:* свободная экономическая зона, ресурсы, промышленность, инвестиции, прогнозирование, социально-экономический фактор, экология, уровень жизни, системное моделирование, устойчивое развитие.

Перспективи спеціальної економічної діяльності в Північному Приазов'ї. Волошин В.С., Елистратова Н.Ю. Розглянуто фактичні передумови для створення вільної економічної зони на території регіону Північного Приазов'я. Представлено аналіз прогнозованих варіантів розвитку економіко-соціальної та екологічних сфер з використанням моделей системної динаміки Дж. Форрестера. Запропоновано сценарій ефективного цільового інвестування на прикладі м. Маріуполя. *Ключові слова:* вільна економічна зона, ресурси, промисловість, інвестиції, прогнозування, соціально-економічний фактор, екологія, рівень життя, системне моделювання, сталий розвиток.

Perspectives of the special economic activity in the Northern Priazov. Voloshin V., Elistratova N. Considered the actual prerequisites for the creation of a free economic zone in the region Northern Priazov. The analysis of the projected scenario of economic and social development and environmental spheres with using models of system dynamics J. Forrester. Proposed scenario effectively targeted investments by the example of the city of Mariupol. *Keywords:* free economic zone, resources, industry, investment, forecasting, social and economic factors, the environment, quality of life, system modeling, sustainable development.

Украина в условиях глубокого экономического кризиса, военной агрессии, крайне низкого социального уровня изучает опыт таких стран, как Китай, Кипр по созданию СЭЗ, как инструментария для привлечения зарубежных инвестиций и повышения уровня экономического развития страны. Это должно стать одной из главных составляющих региональной политики государства.

В новой истории Украины город Мариуполь, 10-й по численности и 5-й по доле ВВП в державе и является одним из наиболее привлекательных территорий для размещения здесь бизнеса, создания условий для развития курортных услуг. Город находится на берегу самого мелкого в мире Азовского моря, обладает всеми транспортными системами - морским торговым (в пределе и пассажирским) портом, авиационным узлом международного уровня, имею-

щим, кстати, и перспективы грузовых перевозок. Город снабжен железнодорожной магистралью и лежит на пути трансевроазиатского транспортного автомобильного коридора (E58) пропускной способностью 40 млн т грузов в год. Мариуполь обеспечен минеральными и энергетическими ресурсами - водой, электроэнергией, имеет целевые газопроводы, подключенные к международным газовым магистралям Украины.

Город обеспечен высококвалифицированной рабочей силой, основу которой составляют жители города и прилегающих территорий, а также инженерным потенциалом, который дают ему в основном выпускники местных вузов. Город обладает жилищной инфраструктурой, строительными предприятиями, является перспективным для строительной индустрии. Предполагаемое наличие морских минеральных грязей высококодиостого содержания, около 280 солнечных дней в году, соседство с мелководным Азовским морем, перспективы разведки высокобромистых подземных минеральных термальных вод делают город крайне перспективным для развития туризма и курортного бизнеса.

Северное Приазовье всегда было территорией с развитым сельским хозяйством, где производство зерна и выращивание технических культур сочеталось с эффективным животноводством. Реальны и потенциальные рыбные запасы Азовского моря, самого рыбного моря в мире, которые в самые непростые времена спасали город от голода, а при устойчивом экономическом состоянии в государстве давали высокие прибыли от рыболовства и рыбоперерабатывающего производства.

Это дает основания считать город Мариуполь перспективной экономической территорией, в том числе для иностранного бизнеса и зарубежных инвестиций.

Одним из наиболее привлекательных механизмов для реализации этих возможностей является создание на территории города свободной экономической зоны, для которой льготное налогообложение и реальный потенциал обеспечили бы приток зарубежных инвестиций в различные сферы региональной экономики.

Для этой зоны характерны автономия местной власти относительно национального правительства в области управления, формирования структуры налогов, самостоятельности во внешне-торговой деятельности, создания действенной сферы местных услуг для иностранных капиталов, обеспечения льгот в визовом и кредитно-депозитном режимах и др. Экономико-социальные и экологические предпосылки такой деятельности применительно к Мариуполу можно анализировать на примере известных моделей системной динамики Дж. Форрестера [1,2].

Допустим, что экономика Мариуполя все-таки отойдет от монопромышленной модели развития и металлургическое производство, бывшее до сих пор основным наполнителем местного бюджета, уступит часть своих обязательств перед городом льготному, в том числе, иностранному капиталу. В этом случае мы можем получить

экономику с ярко выраженной экспортной ориентацией анклавного характера. Предположительно исходные данные для сопоставительного расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Исходные данные для расчета модели Форрестера

Показатели	Величина
Площадь региона, кв. км	3813,3
Население региона, чел.	584867,0
Плотность населения	154,0
Прирост (убыль) населения, чел./год	-2589÷ -3552
Число рабочих мест тыс. чел.:	
-на предприятиях промышленности	73,5
- в сфере обслуживания	89,8
Исходный материальный уровень жизни, \$/год	1872
Исходный уровень загрязнения воздушной среды, тыс. т/год	528,0
Исходный уровень накопления промышленных отходов, млн т	145,5
Темпы накопления бытовых отходов, кг/м ² в год	834,7
Темпы роста накопления промышленных отходов, тыс. т/год	67,1
Удельное энергопотребление, т. н. э./чет в год	16,8
Превышение экологической емкости региона, раз.	210-350
Совокупные затраты на природоохранную деятельность в регионе, \$ млн/год	60-130
Уровень капиталовложений в регион, \$/чел. в год	28,5
Ежегодный темп роста (снижения) инвестирования в регион (2000-2010) \$ млн	
-без металлургии	(-)5,0÷(+4,3
-включая энергосбережение	(-)1,4÷(+2,95
Инвестиции в виде рабочей силы, \$ млн	(-1,8) ÷(+15,0
Исходная валовая товарная продукция, млн т в год	50
Валовый ассортимент продукции, ед.	415
Объем перевалки морских грузов, млн т	14,86
- в т.ч. экспортных грузов:	13,3
- транзитных грузов:	1,107
- грузов внутреннего назначения:	0,457
Темп роста (снижения) товарооборота предметов потребления по совокупной товарной корзине, \$ млн в год.	(-)0,46÷(+0,71

Для прогнозирования наполнения местного бюджета принята ставка роста инвестиций в регион до 10% в год. При этом соблюдается режим льготного налогообложения: первые два года налог не взимается, следующие три года - по ставке 50%; льготная ставка налога на прибыль не более 15% с пятилетним переходным периодом на новые ставки - через каждый год - 18%, 20%, 22%, 24%, 25% для

резидентов, которые зарегистрированы в начальный период существования СЭЗ.

Расчеты показывают оценочные данные, согласно которым увеличение темпов роста ежегодных инвестиций в металлургическую промышленность края на 10% приведет к дальнейшему ежегодному росту экспорта на 3%, что будет способствовать росту уровня загрязнения в регионе на 2-5%, но без

фактического снижения уровня жизни населения за счет соблюдения условий обеспечения роста его материального благосостояния.

Если в регионе появятся инвестиции в альтернативную экономику в размере \$ 150 млн/год и в дальнейшем их рост будет на уровне тех же 10% это не приведет к росту общего объема превышений экологической емкости региона по отношению к исходному показателю в модели, но это будет способствовать росту материального уровня населения и его социальной защиты ежегодно на 5-12% по крайней мере, в течение последующих пяти лет.

Развитие крупной (в том числе загрязняющей) промышленности региона, на первый взгляд, должно сопровождаться ростом техногенной нагрузки и, в конечном счете, ухудшением жизни населения. Но, анализ показывают (рис. 1), что рациональное управление и использование системных эффектов от комплексного развития сельского хозяйства, медицины, туризма и сервиса в регионе может давать совершенно иной результат (программа I на рис. 1). В частности, при алгоритме диверсификации экономики региона, когда на каждую единицу средств (δk_i), вложенных в промышленность (1), необходимо изыскать 1,5 пропорциональные единицы средств, вкладываемых в агрохозяйственный сектор региона (6), включающий рыболовство и переработку продуктов, плюс 0,3-1,5 единицы средств - в коммунальный сервис, логистику и торговлю (3), плюс 1,5-2,0 единицы - в медицинский сервис (4) и не менее 0,3 единицы расходов на туризм (5), то это уже через 3 года будет давать увеличение жизненного уровня насе-

ния в относительных единицах роста материального благосостояния (λ) на 6-13% ежегодно, по крайней мере, на протяжении 10-летнего периода (2). При этом продолжительность жизни населения региона уже через 10 лет достигнет средней отметки 72 года (сейчас - 66 лет).

$$1k_n + 1,5k_{c/x} + (0,3 \div 1,5)k_k + (1,5 \div 2,0)k_m + 0,3k_{tur} = k_{ch} \quad (1).$$

Формула (1) дает представление о пропорциях в инвестиционной политике региона, экологически безопасной и направленной на рост благосостояния населения.

Можно изменить программу, представив расчетные возможности для экстенсивного развития тяжелой промышленности в регионе (программа II на рис. 1), когда при тех же инвестициях в альтернативные области региональной экономики капиталовложения в тяжелую промышленность будут увеличиваться ежегодно на 5% (1). Расчеты показывают почти мгновенное снижение общего потенциала уровня жизни населения (2), прежде всего, за счет роста техногенной нагрузки.

Показатель экологической емкости территории определяет величину предельной техногенной нагрузки, при которой не происходят необратимые деформации последующих поколений объектов биологических систем. Он дает, по крайней мере, косвенное подтверждение тому, что инвестиционная политика в области тяжелой промышленности региона должна иметь место, но в строгом соответствии с ограничениями по экологическим параметрам.

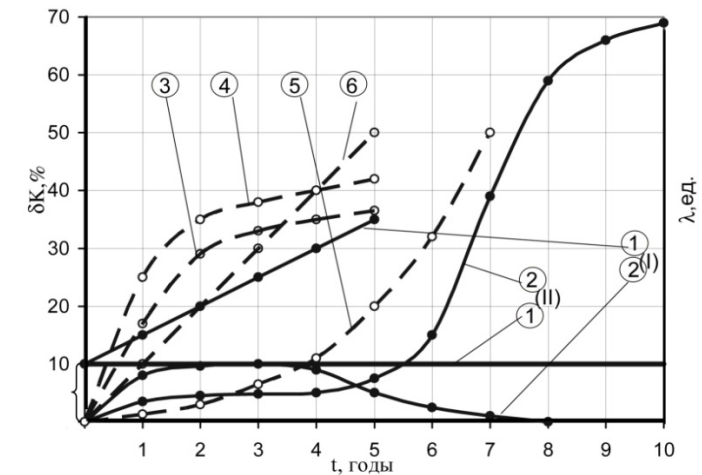
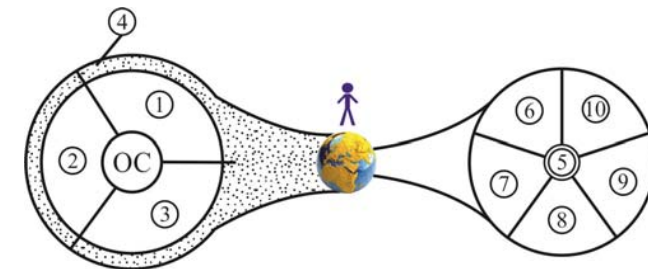


Рис. 1. Влияние структуры инвестиций в различные области экономики региона на уровень благосостояния населения (обозначения по тексту).



Подавление загрязнений в источнике

- 1 - пыль-, газоулавливание;
- 2 - очистка воды и промышленных стоков;
- 3 - переработка и утилизация твердых отходов;
- 4 - область остаточных загрязнений

Инфрасистема человека

- 5 - материальное благосостояние;
- 6 - медицинское обслуживание и диагностика;
- 7 - лекарственное обеспечение;
- 8 - экологически безопасные продукты питания;
- 9 - микросреда человека;
- 10 - биологические системы защиты.

Рис. 2. Элементарная ячейка устойчивого развития региона

Для обеспечения устойчивого развития региона одних природоохранных решений мало. Необходим системный подход к показателям благосостояния общества, которые находятся в прямой зависимости не только от чистоты окружающей среды, но и от качества пищевых продуктов, уровня медицинского обслуживания, комфортности городской территории (микросреда человека), степени ее

озеленения (в особенности для степного края) как биологической среды существования. Существует общее правило: двуединый подход к решению проблем защиты окружающей среды, когда параллельно мерам по подавлению загрязнений в источнике возникновения осуществляются действия, направленные на обеспечение защитной инфраструктуры человека в месте проживания (рис. 2). Усилия в

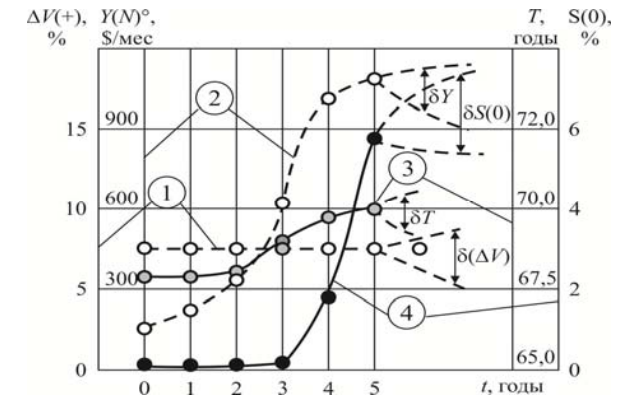
этом направлении обеспечивают реальное сокращение кратности превышения порога экологической емкости региона, что дает понимание реального состояния экосистемы.

Примеры деятельности в этом направлении показывают современные программы организации общественного союза «Зеленый Центр Метинвест». Это один из примеров того, как крупная металлургическая компания, используя европейский опыт превращает металлургический бизнес из загрязнителя окружающей среды в активного участника и инициатора системного повышения экологической безопасности населения города. Это работа по вложению средства в проекты очистки и озеленения города, создания уголков отдыха в жилых районах, строительства парковых зон и садов, оснащение лечебных центров новым медицинским оборудованием, привлечение чистых продуктов к потребителям, организации школьного отдыха и образовательных экологических программ для детей, семейно-детского движения «Зеленые дружины», формирование активной жизненной позиции у населения и др. Вектор деятельности компании на повышение экологической безопасности в городе очевиден.

В подобных расчетах учитывается, что металлургическая промышленность региона дает львиную долю экспортной выручки, что напрямую влияет на уровень благосостояния отдельной части населения и отказываться от нее невозможно. Кроме того, тяжелая промышленность региона дает городу не менее 50 тыс. рабочих мест, что вместе с семьями приносит достаток почти для 150 тыс. человек. Поэтому вести разговор о несовме-

стимости металлургии с другой частью экономики региона просто нелепо. Следует просто соблюдать указанную в формуле пропорцию в инвестиционной политике на протяжении нескольких лет, пока техногенная нагрузка на регион не будет сопоставима с регенерирующими возможностями самого города и его обеспечивающей инфраструктурой (медицина и доступные лекарства, уровень оплаты труда, пищевой достаток и разнообразие, сервисное обслуживание).

Если предположить, что суммарные инвестиции в регион будут способствовать объективному росту уровня загрязнений с ежегодным его увеличением на 5%, то при требуемой экологической инфраструктуре (рост экономического благосостояния населения в 3-5 раз, инвестиции в качественные медицинское и продуктивное обслуживание, благоприятная городская среда) можно уже по истечении пяти лет ожидать увеличения средней продолжительности жизни человека не менее, чем 3% в год, а снижение темпов патологической рождаемости в течение расчетного периода будет составлять не менее 20-25% в год на протяжении, по крайней мере, последующих пяти лет (рис. 2). При этом параметры экологической емкости региона по указанным выше причинам будет иметь тенденции к снижению. Расчетным способом экстраполяции можно получить объективные данные в пределах 20-25% доверительного интервала, на котором осуществляется экстраполяция. Поэтому по истечении пяти лет ситуация может существенно измениться, о чем свидетельствуют значения параметров со значком δ .



- 1 - темп роста уровня загрязнения воздушной среды в Приазовье, $\Delta V(+)$;
- 2 - рост среднего уровня ежемесячных доходов населения, $Y(N)^\circ$;
- 3 - средний уровень продолжительности жизни, T ;
- 4 - темп спада патологической рождаемости, $\Delta S(0)$.

Рис. 3. Изменение показателей экологического благополучия населения региона при возможных ростах темпов загрязнения окружающей среды.

Развитие новой экономики региона должно быть связано с такими областями деятельности, как строительство (в том числе, дорог и международных автострад), медицинский сервис, компании, работающие на рынке энергосбережения и водоснабжения, логистические и транспортные фирмы, а в дальнейшей перспективе эффективными будут туризм и курортные учреждения. В условиях свободных экономических зон они будут давать наибольшую рентабельность и составят единое целое с традиционной промышленностью региона. Расчетным образом сложно определить предельный уровень внешних инвестиций, которые могли бы давать перспективу устойчивого развития региона. Но, по мере развития свободной экономической зоны, имея на руках данные контроля над основными пока-

зателями экономического благосостояния и экологического благополучия населения, можно далее прогнозировать наши перспективы.

Выводы. Создание предпосылок для создания свободной экономической деятельности в Северном Приазовье является необходимым условием развития региона. Существующая промышленность должна оставаться неотъемлемой частью новой экономики при условии соблюдения минимума превышения экологической емкости региона и давать возможности реализовать те направления устойчивого развития территории, которые сегодня не могут обеспечиваться за счет внешних инвестиций. Примером развития такой деятельности, в частности, является активность в Мариуполе общественного союза "Зеленый Центр Метинвест".

Литература

1. Форрестер Дж. Динамика развития города. М: Прогресс, 1974, - 314 с.
 2. Forrester J.W. World Dynamik. Cambridge, Massachusetts. Wring Allen Press, Inc. 1974. - 167 p.

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

УДК 656:002

ЕКОЛОГІЧНА ТЕХНОЛОГІЧНА ПЛАТФОРМА ЯК МЕХАНІЗМ ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ

Смоляр В.В.¹, Покшевицька Т. В.²

¹Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,
м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35,
v.smolyar@mail.ru,

²Національний транспортний університет,
вул. Суворова 1, 01010, м. Київ, Україна.
officentn@gmail.com

Розглянуто актуальність розвитку механізмів трансферу технологій в Україні. Максимально ефективними механізмами трансферу технологій є технологічні платформи метою роботи яких є трансфер та комерціалізація науково-технічної продукції (технологій, ноу-хау, об'єктів інтелектуальної власності тощо), формування і розвиток ринку технологій, створення умов для трансферу технологій. Створення екологічної технологічної платформи надасть змогу об'єднати зусилля та ресурси вітчизняного уряду, бізнесу, науки, промислового розвитку країни. *Ключові слова:* екологічний розвиток, технологічна платформа, механізми трансферу технологій, трансфер технологій.

Экологическая технологическая платформа как механизм трансфера технологий. Смоляр В.В., Покшевицькая Т.В. Рассмотрена актуальность развития механизмов трансфера технологий в Украине. Максимально эффективными механизмами трансфера технологий являются технологические платформы целью работы которых является трансфер и коммерциализация научно-технической продукции (технологий, ноу-хау, объектов интеллектуальной собственности и т.д.), формирование и развитие рынка технологий, создание условий для трансфера технологий. Создание экологической технологической платформы позволит объединить усилия и ресурсы правительства, бизнеса, науки, промышленности для экологического развития страны. *Ключевые слова:* экологическое развитие, технологическая платформа, механизмы трансфера технологий, трансфер технологий.

Environmental technology platform as a mechanism of technology transfer. Smolar V., Pokshevitskaya T. In the article the urgency of developing mechanisms for transfer of technologies in Ukraine. The most effective mechanisms of technology transfer are the technology platforms which seeks to transfer and commercialization of scientific and technical production (technologies, know-how, intellectual property, etc.), the formation and development of the technology market, creating conditions for technology transfer. Creating environmental technology platform will bring together the efforts and resources of government, business, science and industry for the ecological development of the country. *Keywords:* environmental development, technology platform, technology transfer mechanisms, technology transfer.

Вступ

Сьогодні Україна стоїть на шляху створення інноваційної економіки. Основним критерієм розвитку інноваційної економіки є функціонування трансферу технологій, тобто функціонування інфраструктури, що сприятиме трансферу результатів науково-технічної роботи з метою використання об'єктів інтелектуального прогресу – винаходів, промислових зразків, комп'ютерних програм. Необхідно сприяти розвитку ринку технологій, що згідно Закону України про державне регулювання у сфері трансферу технологій є система взаємовідносин споживачів технологій та їх складових та/або конкуруючих між собою постачальників цих технологій та їх складових, спрямованих на задоволення суспільних і державних потреб у відповідних технологіях, їх складових та продукції, виготовленій з їх застосуванням [1]. На сучасному етапі розвитку світової економіки в умовах здолання економічної кризи перед Україною стоїть ряд задач по забезпеченню виходу вітчизняних новітніх технологій на світові ринки. Трансфер технологій має пріоритетний напрямок інноваційної політики [2].

Проблеми забезпечення ефективного трансферу технологій знайшли своє відображення у працях багатьох науковців, таких як Тітов В.В., Фірсов В.А., Фонштейн Н.М. В своїх роботах автори розкривають поняття, процес трансферу технологій, просування технології на ринок.

Трансфер технологій є одним з інструментів інноваційного розвитку підприємств і сприяє модернізації і збільшенню обсягу виробництва, випуску нової продукції, покращенню

екологічної ситуації в країні в цілому та на окремих виробництвах. За кордоном механізми трансферу технологій працюють вже давно, а в Україні цей процес досі знаходиться на стадії становлення і потребує постійного доопрацювання. Керівники підприємств та установ незацікавлені брати участь в інноваційному процесі за відсутності механізму ефективного просування інновацій в виробництво, інфраструктури управління інноваційним розвитком, невирішеними організаційно-економічними проблемами інноваційного розвитку на державному рівні. Механізми передачі технологій мають сформувати зацікавленість та потребу у керівників підприємств та установ в оновленні виробництва на прогресивному технологічному та екологічному рівнях [3].

Виклад основного матеріалу дослідження

Найбільш ефективним механізмом трансферу технологій можуть бути технологічні платформи (ТП). ТП мають активізувати взаємодію різних суб'єктів інноваційної системи. Ідея полягає у створенні площадки, на якій усі ключові учасники могли б зустрічатися, обговорювати основні напрямки, загальну стратегію розвитку конкретної галузі, актуальні екологічні проблеми, аспекти та можливості взаємодії експертного співтовариства, представників бізнесу та органів державної влади в області компетенції ТП; ініціювати розробку та внесення змін у законодавчі та нормативні документи. Учасники ТП формують своє бачення розвитку певної галузі на довгострокову перспективу, вибудовують систему заходів щодо досягнення

поставлених цілей, формують програму наукових досліджень. Створення екологічної технологічної платформи надасть змогу об'єднати зусилля та ресурси вітчизняного уряду, бізнесу, науки, промисловості для екологічного розвитку країни.

Метою діяльності екологічної ТП має бути модернізація вітчизняної економіки в області високотехнологічних ринків екологічних товарів і послуг, розвиток нових індустрій з переробки відходів і скорочення викидів парникових газів, а також створення передових систем моніторингу та прогнозування стану навколишнього середовища.

Учасники ТП мають спрямувати свою діяльність на розвиток:

- екологічно чисті технології виробництва.
 - технології екологічно безпечного поводження з відходами, включаючи ліквідацію накопиченого екологічного збитку.
 - технології та системи моніторингу, оцінки та прогнозування стану навколишнього середовища, надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, наслідків зміни клімату, включаючи інноваційні засоби інструментального контролю забруднення.
 - технології раціонального природокористування, забезпечення екологічної безпеки та нових екологічних стандартів життя людини.
 - розвиток ринку екологічних послуг.
- Основними функціональними видами діяльності ТП має бути:
- Науково-дослідна, науково-технологічна, прогнозна та аналітична діяльність. Стратегічне планування

досліджень в галузі розвитку екологічно чистих і безпечних технологій, створення і реалізація дорожніх карт за пріоритетними напрямками в галузі раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища. Експертиза проектів різного рівня, консультування державних установ за профілем діяльності ТП.

- Освітня діяльність. Розробка навчальних планів та освітніх програм з урахуванням потреб науки і бізнесу, підготовка та перепідготовка кадрів, підтримка талановитої молоді.

- Інформаційна діяльність. Інформаційна підтримка поточної діяльності ТП, проведення конференцій, нарад, семінарів, шкіл та інших заходів [4].

Структура Технологічної платформи повинна забезпечувати баланс інтересів усіх її учасників. Структура ТП будується на основі мережевого принципу, також можлива підтримка діяльності існуючих та створення нових мереж, в рамках ТП забезпечується можливість нових ініціатив, а також вільного входу нових або виходу наявних учасників ТП. Структура ТП може змінюватися на різних етапах її розвитку.

Для організації діяльності ТП можуть бути створені такі органи управління:

Наглядова рада, що має розробляти рекомендації щодо стратегічного розвитку діяльності ТП; представляти інтереси ТП в області компетенції ТП в державних органах влади, також забезпечувати контроль діяльності керівних та робочих органів ТП, в тому числі, розглядати рекомендації до стратегічної програми досліджень ТП, з урахуванням її відповідності цілям ТП, інтересам бізнесу і суспільства; здійснювати оцінку результативності

та ефективності діяльності ТП по досягненню стратегічних цілей ТП.

Керівний комітет ТП забезпечуватиме планування діяльності ТП і координацію роботи учасників та органів ТП, спрямовану на досягнення цілей ТП. Керівний комітет здійснюватиме загальне керівництво діяльністю ТП, коротко- і середньострокове планування діяльності ТП, координувати роботу учасників, організацію діяльності, спрямованої на розробку пропозицій щодо державного регулювання в галузі компетенції ТП, а також представлення інтересів ТП в органах влади.

Науково-технічна рада сприятиме вирішенню завдань ТП, проводитиме збір, обробку та обмін інформацією в предметній області діяльності ради (стан досліджень, наявність науково-технічних напрацювань, наявність кадрового потенціалу, наявність і стан науково-виробничої бази); здійснюватиме експертний розгляд реалізованості, затребуваності ринком проектів, орієнтованих на створення нових високотехнологічних екологічно чистих і безпечних технологій і продуктів.

З метою сприяння організації та реалізації інвестиційних проектів в області компетенції ТП; надання сприяння учасникам ТП по оцінці інвестиційного потенціалу пропонованих проектів; координації взаємодії з фінансовими інститутами, інвестиційними компаніями, фондами пропонується створити Інвестиційну раду [5].

До участі в роботі платформи може бути залучене широке коло ділових, адміністративних, наукових та освітніх, громадських екологічних організацій.

Висновки

У результаті роботи технологічної платформи як механізму, що об'єднує інтереси учасників інноваційного ланцюжка з'явиться можливість відродження прикладної науки вже в ринкових умовах, що в підсумку повинне привести до комерціалізації в Україні нових екологічно чистих технологій виробництва, створених на основі досягнень вітчизняних учених. Технологічна платформа зможе стати механізмом, що з боку науки скоротить розрив з виробництвом [6]. Це стане можливим завдяки тому, що науково-дослідні установи, учасники технологічної платформи, спрямують свої дослідження саме на потреби підприємств, що також є учасниками даної технологічної платформи. Таким чином науково-дослідні установи отримують конкретні замовлення, а також фінансування науково-дослідних робіт, спрямованих на підвищення виробництва та конкурентоспроможності підприємств за рахунок впровадження новітніх технологій.

Отже, механізми трансферу технологій необхідні:

- для підвищення координації всіх зацікавлених кіл у різних країнах і регіонах ;
- для залучення їх в спільну роботу з метою прискорення розробки і поширення, включаючи передачу, технологій , ноу-хау в Україні та між країнами, в рамках технологічного співробітництва та партнерства;
- для сприяння розробки проектів і програм на підтримку таких цілей.

Література

1. Закон України Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій від 14.09.2006 № 143-V [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/143-16>.
2. Эрнтраут А. А. Проблемы и перспективы участия России в международном технологическом трансфере. – 2012. – №5. – С. 268-270.
3. Фролова З.В., Логотова Т.Г. Развитие трансфера технологий в области технико- и финансовоемких производств Украины. // Актуальні проблеми економіки №2 (116) – 2011.
4. Технологии экологического развития. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.hse.ru/org/hse/tp/eco_devel.
5. Структура управления Технологической платформы [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://ige.rshu.ru/content/techplatform/structure_management.
6. Федулова Л. І Технологічні платформи як механізм інтеграції освіти, науки та виробництва // Наукові праці. Економіка. Правознавство. – 2011 – Випуск 149. Том 161. – С. 81-86.

УДК 504:(054+056)

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ
БИОРАЗЛАГАЕМОГО УГЛЕРОДА
В ПИЩЕВЫХ ОТХОДАХ УКРАИНЫ
В ГОРОДЕ БОРИСПОЛЬ****Шмарин Сергей Львович**

Аспирант, Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, 03056,
ул. Борщаговская, 115, корпус 22, sls@nci.org.ua

Исследован состав пищевых отходов, образующихся в г. Борисполь Киевской области. Проведены лабораторные исследования по определению влаги и содержания биоразлагаемого углерода в двенадцати компонентах пищевых отходов: картофель, овощи (не включая картофель), фрукты, мясо, рыба, мучное, молочное, кости, яичная скорлупа, жиры, крупы и прочее. Выполнена оценка содержания биоразлагаемого углерода в пищевых отходах, а также доли отдельных компонентов пищевой продукции, которая поддается захоронению на полигонах и свалках твердых бытовых отходов в Украине. **Ключевые слова:** пищевые отходы, парниковые газы, биоразлагаемый углерод.

Досліджено склад харчових відходів, що утворюються в м. Бориспіль Київської області. Проведено лабораторні дослідження з визначення вологості та вмісту біорозкладного вуглецю в дванадцяти компонентах харчових відходів: картопля, овочі (не включаючи картоплю), фрукти, м'ясо, риба, вироби з борошна, молочна продукція, кістки, яєчна шкарлупа, жири, крупы та інше. Виконано оцінку вмісту біорозкладного вуглецю у харчових відходах, а також частки окремих компонентів харчової продукції, що захоронюється на полігонах та звалищах твердих побутових відходів в Україні.

Composition of food waste generated in Boryspil city (Kyiv region) was investigated. Lab study on humidity and biodegradable carbon content in twelve food waste components was provided: potatoes, vegetables (excluding potatoes), fruit, meat, fish, flour and dairy products, bones, eggshells, fats, cereals and others. Biodegradable carbon content in food waste, as well as food components' share disposed at solid waste landfills in Ukraine was evaluated.

Введение

Наиболее распространенным методом утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) в Украине является их захоронение на полигонах. Так, по данным Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины 95,8 % собранных в 2014 году ТБО было утилизировано путем захоронения, что составляет более 10 млн т [1].

Твердые бытовые отходы содержат до 50-70 % биоразлагаемых компонентов [2], из которых более половины – пищевые отходы. При захоронении в анаэробной среде (толща полигона ТБО) биоразлагаемые компоненты являются источником выбросов свалочного биогаза, в состав которого входит 35-70 % метана, сильного парникового газа (ПГ), эффект глобального потепления от которого в 25 раз превышает влияние углекислого газа.

В соответствии с Национальным кадастром антропогенных выбросов и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине (Кадастр), выбросы метана от свалок ТБО, рассчитанные путем математического моделирования, существенны и составляют до 20 % от общего количества метана, выбрасываемого в Украине [3]. Однако, немногочисленные полевые исследования [4] показывают, что на практике скорость биоразложения и выбросы метана от захороняемых ТБО значительно ниже расчетных данных, в основе которых лежат физико-химические параметры биоразлагаемых компонентов, характерные для стран Западной Европы и Северной Америки.

Отечественные ученые объясняют расхождение между результатами полевых исследований и моделирования оценки выбросов ПГ от захоронения ТБО условиями эксплуатации полигонов ТБО в стране и отсутствием отдельного сбора опасных отходов. Их выводы основаны на немногочисленных исследованиях процессов газообразования на отдельных полигонах ТБО, результаты которых в последующем были сравнены с теоретическими моделями, разработанными в США и странах Евросоюза, адаптированными для условий Украины лишь частично.

Таким образом, условия захоронения ТБО и особенности их сбора в стране могут быть не единственной причиной выявленных учеными расхождений между практическими и теоретическими оценками выбросов метана с полигонов ТБО в Украине.

Данная публикация направлена на подробное изучение состава крупнейшей биоразлагаемой фракции ТБО –

пищевых отходов, а также содержания биоразлагаемого углерода (*DOC*) в ней как ключевого параметра образования метана от захоронения пищевых отходов.

1. Методика проведения исследований

Исследование содержания *DOC* в пищевых отходах проводилось в два этапа. На первом этапе были проведены полевые работы по определению подробного состава пищевых отходов, на втором – лабораторные исследования по определению влажности и содержания *DOC* в выделенных компонентах пищевых отходов.

Полевые исследования проводились на муниципальном полигоне ТБО г. Борисполь Киевской области с населением 57,5 тыс. человек. Из общего количества ТБО города 33 % образуется в административных и коммерческих учреждениях, остальные 67 % отходов – в жилом секторе, из которых – 50,1 % в жилых многоэтажных домах, а 49,9 % – в частном секторе [5].

Состав пищевых отходов. Опытные образцы пищевых отходов отбирались и рассортировывались непосредственно на муниципальном полигоне ТБО после предварительного отбора ресурсоценных компонентов на сортировочной линии.

С периодичностью один раз в месяц отдельно исследовались 3 потока ТБО: жилые многоэтажные дома, частный сектор и офисные помещения. Масса каждой единичной выборки пищевых отходов составляла 180-220 кг, соответственно, общая масса исследуемых образцов – 550-620 кг/мес.

Отбор проб проводился в период сентябрь-ноябрь 2012 г.

Пищевые отходы были разделены на 12 компонентов: картофель, овощи (не включая картофель), фрукты, мясо, рыба (включая ее мелкие кости), мучное, молочное, кости, скорлупа (яичная), жиры (растительные и животные), крупы, прочее.

Содержание каждого из компонентов в каждой пробе определялся как отношение их массы к массе образца:

$$B_{lx} = B_{mix} / \sum_{l=1}^{12} B_{mix} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где B_{lx} – содержание компонента l в составе пищевых отходов для выборки x , %;

B_{mix} – масса компонента l в составе пищевых отходов для выборки x , %;
 $l = 1 \dots 12$, - индекс компонента.

Среднее содержание компонентов определялось как среднее арифметическое для каждого из трех потоков ТБО с учетом объемов образования каждого из них:

$$B_l = \frac{B_{l1} \cdot M_1 + B_{l2} \cdot M_2 + B_{l3} \cdot M_3}{M_1 + M_2 + M_3}, \quad (2)$$

где B_l – общее содержание компонента l в составе пищевых отходов, %;

B_{l1}, B_{l2}, B_{l3} - содержание компонента l для жилых многоэтажных домов, частного сектора и офисных помещений, %;

M_1, M_2, M_3 – доля образующихся ТБО для жилых многоэтажных домов, частного сектора и офисных помещений, в относительных единицах.

DOC и влажность компонентов пищевых отходов. Отбор проб для каждого из компонентов пищевых отходов проводился параллельно с замерами их содержания. Образцы гомогенизировались и помещались в емкости объемом 3 л. Каждый из них исследовался на соде-

ржание *DOC*, влаги и золы в Украинской лаборатории качества и безопасности продукции агропромышленного комплекса. Содержание органического вещества по углероду определялось согласно ГОСТ 27980-88; влаги – ГОСТ 26713-85, золы – ГОСТ 26714-85.

Влажность и содержание *DOC* в компонентах пищевых отходов рассчитывались как среднее арифметическое каждого из анализов:

$$ul_{w,c} = \frac{\sum_{i=1}^9 uli_{w,c_i}}{9}, \quad (3)$$

где $ul_{w,c}$ – влажность и содержание *DOC* в компоненте l пищевых отходов, %;

$uli_{w,c}$ – влажность и содержание *DOC* в компоненте l пищевых отходов в анализе i , %;

i – номер анализа;
 9 – количество анализов для каждого компонента l ;

Средняя влажность и содержание *DOC* для пищевых отходов рассчитывались как произведение соответствующих величин компонента на содержание этого компонента:

$$U_{w,c} = ul_{w,c} \cdot B_l, \quad (4)$$

где $U_{w,c}$ – соответственно общее содержание влаги и *DOC* в пищевых отходах, в %;

B_l – общее содержание компонента l в составе пищевых отходов, %.

3. Результаты

Состав пищевых отходов. Результаты исследования состава пищевых отходов в г. Борисполе представлены на рис. 1, из которого vyplывает, что наибольшее содержание отмечается для овощей – 31,0 %.

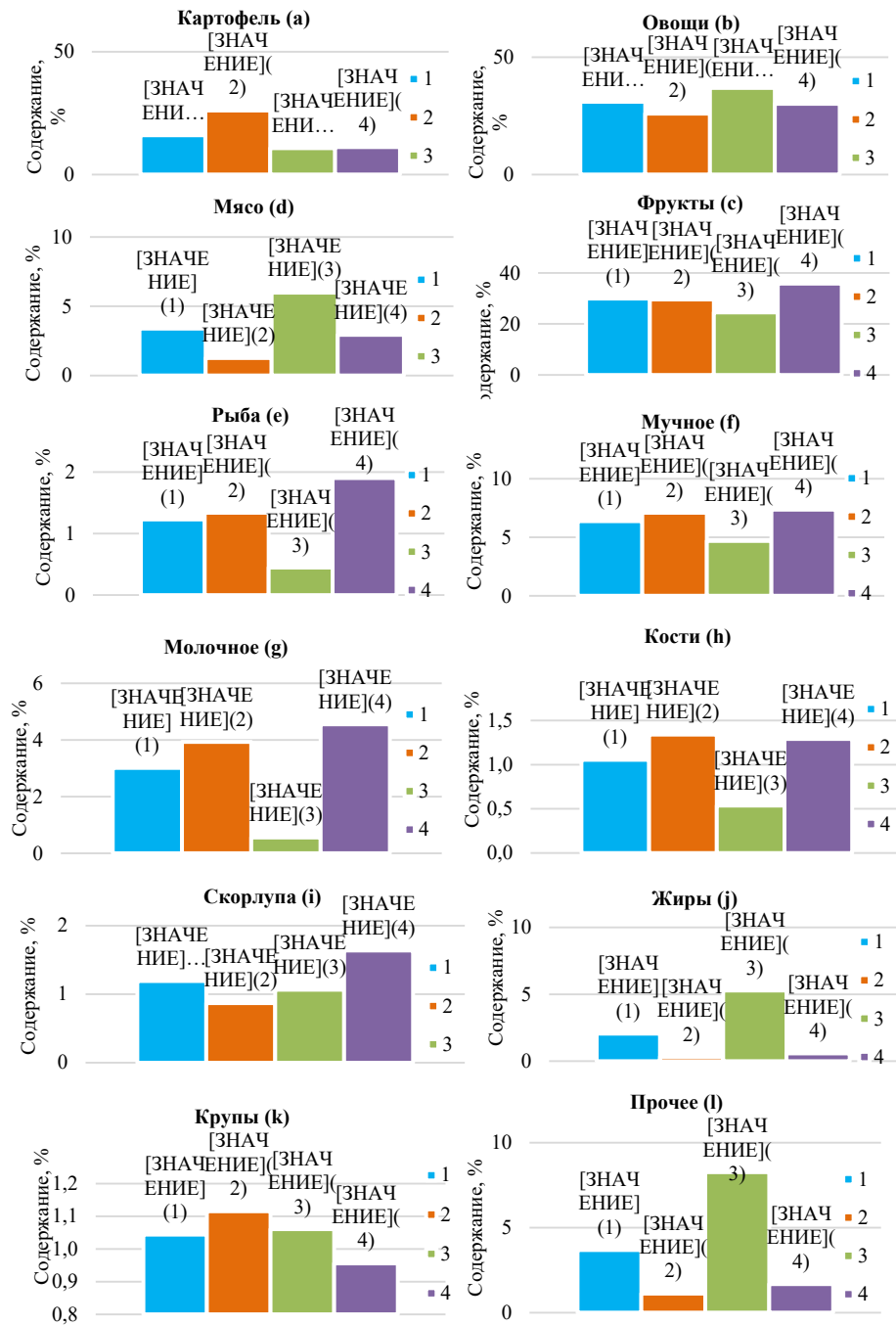


Рис. 1. Состав пищевых отходов в г. Борисполе, сентябрь-ноябрь 2012 г.

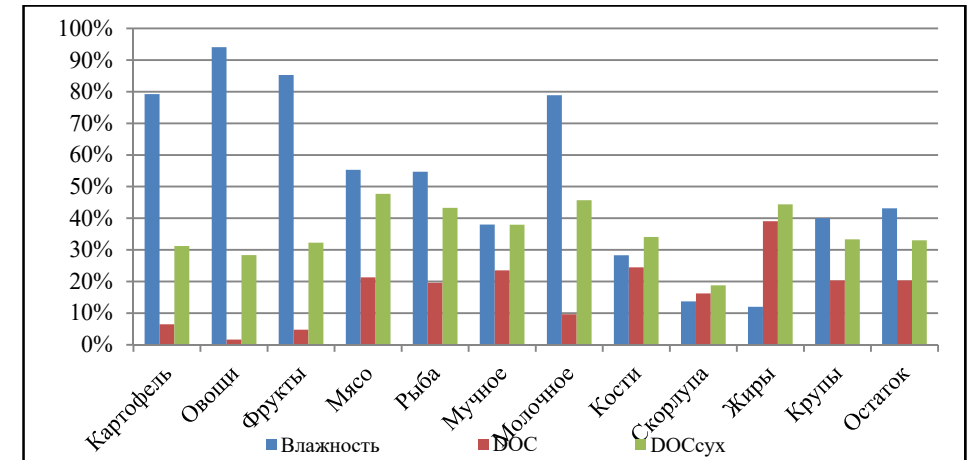


Рис. 2. Содержание DOC во влажном и сухом весе и влажность компонентов пищевых отходов в г. Борисполе

Следует отметить, что доля овощей сильно изменяется для различных потоков ТБО: от 36,9 % в частном секторе до 26,0% в жилых многоэтажных домах. Общее содержание картофеля составило 16,0 %, а наибольшее отмечается для жилых многоэтажных домов – 26,1 %. Третьим крупным компонентом в составе пищевых отходов являются фрукты – 30,0 %. Доля остальных компонентов незначительна и составляет 23,0 %, из них мучного – 6,4 %; мяса – 3,4 %; молочного – 3,0 %.

Содержание DOC и влажность компонентов пищевых отходов. На рис. 2 приведены результаты лабораторных исследований содержания DOC во влажном и сухом весе, а также влажности компонентов пищевых отходов.

Из рис. 2. Видно, что наибольшая влажность характерна для овощей, фруктов, картофеля и молочного – 94,1 %, 85,3 %, 79,3 % и 78,9 % соответственно. Для остальных компонентов влажность значительно ниже и варьирует в интервале 12,0%- 47,7 %. Содержание DOC во влажном весе изменяется в разы в зависимости от компонентов, что связано с

их влажностью. Так, содержание DOC в овощах, фруктах, картофеле и молочной продукции составляет 1,6 %, 4,7 %, 6,5 % и 9,6 % соответственно. Наибольшее значение DOC во влажном весе отмечается для жиров, костей и мучной продукции – 39,1 %, 24,4 % и 23,5 % соответственно. Колебания DOC в сухом весе изменяется значительно меньше, и за исключением скорлупы (18,8 %) значение данного показателя для компонентов пищевых отходов составляет 28,4%-47,7%. Общая влажность пищевых отходов с учетом содержания в них отдельных компонентов составила 77,5 %, содержание DOC во влажном и сухом весе – 7,9 % и 32,5 % соответственно. Суммарный вклад мяса, рыбы, мучного и жиров в содержание DOC во влажном весе составляет 41,2 % несмотря на их содержание в пищевых отходах в количестве всего 13,1 %, что объясняется высоким содержанием биоразлагаемого углерода и низкой влажностью в вышеупомянутых компонентах. Однако, суммарный вклад овощей, картофеля и фруктов в содержание DOC во влажном весе составляет 37,3 % несмотря на их

долю в составе пищевых отходов, равной 77,0 %.

4. Сравнение полученных результатов с данными в других странах.

В Украине исследования состава пищевых отходов до 2012 г. не проводились, в СССР существовала практика исследования свойств ТБО на основании свойств так называемого «искусственного мусора», который учитывал ориентировочный состава пищевых

отходов [6,7]. В мировой практике известен ряд системных исследований состава пищевых отходов в странах Западной Европы и США, направленных на оценку возможных путей сокращения образования пищевых отходов в местах общественного питания, а также в жилых домах, результаты которых приведены в табл. 1. Влажность и DOC рассчитаны на основании результатов лабораторных исследований, представленных на рис. 2.

Таблица 1

Состав пищевых отходов в странах мира, в % по массе

Страна		Украина, (г. Борисполь)	Литва [8]	Финляндия [9]	СССР [6]	СССР [7]	Великобритания [10]	США [11]	Япония [12]		
Год		2012	2011	2012	1964	1990	2009	2005	2009		
№	Компонент	Составляющая									
1	Фрукты	30,0	19,3		5,0	7,0	17,1	16,0	24,8		
2	Овощи	16,0	71,3	54,0	82,0	62,5	30,3	27,0	53,6		
		Овощи			31,0	3,0				12,0	
3	Мучное	6,4	4,3	14,0	6,0	1,6	13,2	В остатке	4,2		
4	Молочное	3,0	1,4	3,0	0,0	0,4	9,2		В остатке		
5	Мясо	3,4	3,7	9,0	1,0	2,5	9,2	11,0	2,2		
	рыба	1,2		5,0	2,0	2,2			В остатке	2,7	
6	Остальное	Кости	1,1	0	15,0	0,0	3,8	В остатке	В остатке	В остатке	
		Крупы	1,0				В остатке		20,0	4,0	
		Жиры	2,1				2,0		В остатке		
		Скорлупа	1,2				1,0		0,4	24,0	0,5
		Остаток	3,7				0,0		7,7	21,1	8,0
Общее содержание DOC в пищевых отходах*											
		7,9	5,2	12,2	7,8	8,5	12,0	13,7	7,4		
Влажность пищевых отходов*											
		77,5	84,7	67,2	76,1	74,7	68,0	62,4	78,3		

Из табл. 1 видно, что содержание DOC и влажность пищевых отходов в г. Борисполе сопоставимы с параметрами пищевых отходов СССР, но сильно отличаются от данных в странах Западной Европы и США. Такие расхождения вызваны большим содержанием овощей и фруктов, характерных высоким содержанием влаги, и меньшим содержанием мясной и рыбной продукции, продуктов с высоким содержанием DOC, по сравнению с США, Финляндией и Великобританией. Надо отметить, что значения DOC и влажности пищевых отходов в г. Борисполе также сопоставимы с данными в Японии. Сравнительный анализ показывает, что наибольшая влажность и наименьшее содержание DOC отмечаются для Литвы, что объясняется высоким содержанием овощей и фруктов в пищевых отходах в данной стране – суммарно более 90 %.

5. Практическая ценность полученных результатов для проведения национальной инвентаризации выбросов парниковых газов в Украине

В рамках международных обязательств Украина как страна-участница Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) ежегодно проводит национальную инвентаризацию выбросов парниковых газов и предоставляет отчет о ее выполнении в Секретариат РКИК ООН – Кадастр.

Согласно Руководящим принципам национальных инвентаризаций парниковых газов Международной группы экспертов по изменению климата, 2006 (Руководство МГЭИК, 2006) содержание биоразлагаемого углерода

DOC в составе пищевых отходов, а также данные о пищевых отходах, которые не были съедены населением и были отправлены на полигоны ТБО – важная информация для оценки выбросов метана от захоронения ТБО и закиси азота при обращении с хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Выбросы метана со свалок ТБО. Выбросы метана от анаэробного разложения пищевых отходов в составе ТБО можно оценить потенциалом образования метана L_{no} – количеством метана, которое со временем образуется из исходного биоматериала по формуле 5:

$$L_{no} = DOC_j \cdot DOC_F \cdot F \cdot 16/12 \cdot MCF; (5)$$

где L_{no} – потенциал образования метана от пищевых отходов, т CH_4 /т пищевых отходов;

DOC – содержание биоразлагаемого углерода в составе пищевых отходов т С/т пищевых отходов;

DOC_F – доля углерода, принимающего участие в реакциях распада;

F – доля метана в свалочном газе;

16/12 – коэффициент пересчета углерода в метан;

MCF – фактор, учитывающий параметры захоронения ТБО.

В связи с тем, что до недавнего времени в Украине не существовало информации и содержания DOC в пищевых отходах в Кадастре при расчете выбросов метана от захоронения ТБО использовалось значение DOC по умолчанию, рекомендуемое в Руководстве МГЭИК, 2006 равное 15,0%, которое получено на основании исследований в странах Западной Европы и США,

В целом, согласно [13] типичными значениями DOC для пищевых отходов является диапазон 8,0-20,0%, при этом предполагается, что влажность

пищевых отходов составляет около 60,0 %. Однако, как показали исследования в г. Борисполе, содержание DOC в условиях Украины сильно отличается от данных в работе [13], и в 1,9 раз ниже значения DOC по умолчанию, используемого в Кадастре. Таким образом, использование значения DOC, равным 15,0 %, приводит к двукратной переоценке потенциала образования метана от захоронения пищевых отходов в составе ТБО. Причиной такой переоценки является значительно меньшее содержание DOC в пищевых отходах, образываемых в Украине (а также исторических данных СССР, табл. 1) как результат высокого содержания фруктов и овощей, характерных низким содержанием DOC и высокой влагоемкостью.

Кроме того, высокая влажность (более 75 %) и низкое содержание DOC могут быть одним из ключевых факторов, которые влияют на расхождения между теоретическими оценками и экспериментальными замерами объемов выбросов свалочного биогаза на полигонах ТБО, так как более низкое содержание DOC в пищевых отходах приводит к снижению потенциала образования метана, а повышенная влага ускоряет процессы биоразложения в «теле» полигонов.

Выбросы закиси азота от обращения с хозяйственно-бытовыми сточными водами (ХБСВ). Выбросы закиси азота от обращения с ХБСВ являются причиной разложения органических остатков от потребления продуктов питания населением и в Кадастре рассчитываются в соответствии с [13] по формулам 6-8:

$$Q_{N2O} = N_{СТОК} \cdot EF_{СТОК} \cdot 44/28; \quad (6)$$

где Q_{N2O} – выбросы закиси азота от обращения с ХБСВ, кг/год;

$N_{СТОК}$ – масса азота, который был сброшен в ХБСВ, кг N/год;

$EF_{СТОК}$ – коэффициент выбросов закиси при сбросе ХБСВ, кг N_2O -N/кг N;

$44/28$ – коэффициент преобразования из азота в закись азота.

$$N_{СТОК} = \sum_{l=1}^n (P_{валl} \cdot k_l \cdot F_{NON-CONl}) \cdot F_{NPR}; \quad (7)$$

где $P_{валl}$ – валовое потребление l -го вида продукта питания населением, кг/год;

k_l – содержание протеина в l -ом виде продукта питания, в долях;

$F_{NON-CONl}$ – коэффициент потери l -го вида продукта питания, в долях;

F_{NPR} – доля азота в протеине, кг N/кг протеина.

В последнем опубликованном Кадастре выбросов ПГ коэффициент потери $F_{NON-CONl}$ был принят, равным нулю, так как на момент разработки отчета отсутствовали данные о количестве пищевых отходов, которые фактически не были потреблены населением, а были выброшены на свалки и полигоны ТБО. Данные, представленные в табл. 1, позволяют определить долю неиспользованной пищевой продукции и оценить ее как отношение общего количества размещенной пищевой продукции на свалках и полигонах ТБО (произведение доли содержания компонентов пищевых отходов на общее количество захороненных ТБО) к валовому потреблению пищевой продукции за год. Таким образом, $F_{NON-CONl}$ можно оценить по формуле 8:

$$F_{NON-CONl} = V \cdot Q \cdot B_l / P_{валl} \cdot 10^3; \quad (8)$$

где V – масса захороненных ТБО в Украине, т/год;

Q – содержание пищевых отходов в составе ТБО, в долях;

B_l – содержание компонента l в составе пищевых отходов.

Количество захороненных ТБО (включая несанкционированно) в Украине за 2012 г. составило 13312,1 тыс. т [3], содержание пищевых отходов в составе ТБО равно 0,318 [3], валовое потребление в Украине за 2012 г. мяса и мясопродуктов составило 2,5 млн т, молочной продукции – 9,8 млн т, хле-

бной продукции – 5,0 млн т, картофеля – 6,4 млн т, прочих овощей – 7,5 млн т, рыбной продукции – 0,62 млн т.

Оценка доли пищевой продукции, которая не была использована в качестве еды населением в 2012 г., и в дальнейшем была захоронена на свалках и полигонах ТБО, проведена по ф. 8. Ее результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Захоронение пищевых отходов на свалках и полигонах ТБО в Украине в 2012 г.

Продукты питания	Валовое потребление	Захоронено на свалках и полигонов	Доля захороненных компонентов пищевых отходов от из валового потребления
	тыс. т		тыс. т	в % по массе
Мясо и мясопродукты	2478,0	188,5	7,6
Молоко и молочные продукты	9797,1	127,6	1,3
Хлебные продукты	4989,9	127,6	2,6
Картофель	6393,9	678,7	10,6
Овощи	7452,2	1313,6	17,6
Рыба и рыбные продукты	620,1	52,1	8,4

Полученные результаты показывают, что наименьшее количество выбрасываемых отходов характерно для молочной и хлебной продукции – 1,3 % и 2,6 % соответственно, доля выбрасываемых отходов для мясной продукции составляет 7,6 %, рыбной – 8,4 %, картофеля – 10,6 %, для овощей – 17,6 % (для плодов, ягод и винограда рекомендуется принимать значение доли захороненных отходов равной аналогичному значению для овощей).

Выводы

Исследования состава пищевых отходов в г. Борисполе показывают, что для пищевых отходов в составе ТБО в Украине характерно высокое содержание компонентов с влажностью 75 % и

более: так, общая доля картофеля, овощей и фруктов составила 57,0 %. Отмечается также существенное содержание мучной продукции – 6,4 %, доля остальных компонентов невелика и составляет 3,4 % и менее.

Лабораторные исследования содержания биоразлагаемого углерода и влажности компонентов пищевых отходов в г. Борисполе показали, что содержание биоразлагаемого углерода в пищевых отходах равно 7,9 %, что соответствует данным литературных источников СССР, в 1,5 ниже аналогичных показателей стран Западной Европы и США, и в 1,9 раз ниже использованного значения в целях проведения национальной инвентаризации ПГ в Украине в рамках выполне-

ния обязательств в соответствии с Рамочной конвенцией ООН об изменении климата. Данные отличия объясняются спецификой состава пищевых отходов в Украине, а именно: высокой долей компонентов с влажностью более 75 % и низким содержанием высококалорийной продукции с наибольшим содержанием биоразлагаемого углерода – мясом и рыбой.

Показано, что одним из ключевых факторов более низкого метанообразования на полигонах ТБО страны в сравнении с результатами теоретических расчетов является низкое содержание биоразлагаемого углерода, характерного для пищевых отходов в Украине.

Установлено, что значительная часть приобретенных населением продуктов питания в дальнейшем выбрасывается на свалки и полигоны ТБО: от 1,3 % для молочной продукции и до 17,6 % для овощей.

Полученные результаты о содержании биоразлагаемого углерода в пищевых отходах, а также о доле неиспользованных и захороненных в дальнейшем пищевых отходов уместно использовать при подготовке ежегодного Национального кадастра антропогенных выбросов и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине в секторе «Отходы».

Литература

1. Состояние сферы обращения с твердыми бытовыми отходами в Украине в 2014 году / Министерство регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины / Киев. – 2015. – [Режим доступа]: <http://old.minregion.gov.ua/zhkh/Blahoustriterytoriy/stan-sferi-povodzhennya--z-pobutovimi-vidhodami-v-ukrayini-za-2014-rik-452219/>
2. Шмарин С. Содержание биоразлагаемых компонентов в составе твердых бытовых отходов в Украине / Шмарин Сергей, Алексеев Иван, Филозоф Роман, Ремез Наталья, Денафас Гинтарас // Экология и промышленность. – 2014. – №1. – С. 73 – 77.
3. Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине за 1990-2013 гг. [Электронный ресурс] / [В. Сливинская, В. Ляшенко, С. Шмарин и др.] // National Inventory Submissions 2015. – 2015. – 569 с. – Режим доступа: https://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
4. Пухнюк А. Моделирование газообразования на полигонах твердых бытовых отходов / А. Пухнюк, Ю. Матвеев // Промышленная теплотехника. – 2012. – Т. 34. – № 7. – С. 108-122.
5. Второй промежуточный отчет о ходе выполнения международного научно-исследовательского проекта «Изучение сезонных колебаний состава твердых бытовых отходов в зависимости от социально-экономических индикаторов для моделирования систем управления» в Украине / Ассоциация городов Украины, Киевское региональное отделение; Киев, - 2011. [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.auc.org.ua>.
6. Арзамасова З. Вопросы методики исследования свойств твердых отходов / З. Арзамасова, А. Кузьменкова, С. Шустрова // Санитарная очистка городов от твердых бытовых отходов. – М.: Стройиздат, 1964. – С. 83-88.
7. Санитарная очистка и уборка населенных мест: справочник / под. ред. А.Н. Мирного. – [2-е изд. перераб. и доп.]. – М.: Стройиздат, 1990. – С. 81.
8. Denafas G. Seasonal Aspects of Municipal Solid Waste Generation and Composition in East-European Countries with Respect to Waste Management System Development [electronic resource]: proceedings of Venice 2010, Third International Symposium on Energy from Biomass and Waste / Denafas G., Zavaraukas K., Martuzevičius D., Vitkauskaitė L., Ludwig Ch., Hoffman M., Shmarin S., Mykhalenko V., Chusov A., Romanov M., Negulyaeva E., Lednova Y.,

- Turkadze Ts., Bochoidze I., Butskhrikidze B., Karagiannidis A., Antonopoulos J., Kriipsalu M and Horttanainen M., – Padova: IWWG, 2010. – 1 CD-disk (CD-ROM). – System requirements: Windows 2000 – NT/XP ; Min, resolution 800×600 ; Macromedia Flash Player for Mac Users. – Title from List of Papers.
9. Silvennoinen K. Food Waste Volume and Composition in the Finnish Supply Chain: Special Focus on Food Service Sector / Silvennoinen K., Katajajuuri J., Hartikainen H., Jalkanen L., Koivupuro H. and Reinikainen A. // Proceedings, Fourth International Symposium on Energy from Biomass and Waste, Cini Foundation, Venice, Italy; 12 - 15 November 2012.
 10. The food we waste in Scotland (WRAP Project EVA077-001), Banbury, U.K.
 11. Cuellar A. Wastes food, wasted energy; the embedded energy in food waste / Cuellar A., Webber M. // Environ. Sci. Technol., – 2010. – P. 6464-6469.
 12. Komemoto K. Effect of temperature on VFA's and biogas production in anaerobic / Komemoto k., Lim Y., Nagao N., Onoue Y., Niwa C. and Toda T. // Waste Management, (29). –2009. – P. 250-255.
 13. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: 5 Volumes / [TFI IPCC]; edited by H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe – Hayama: IGES, 2006. – Vol. 5: Waste / [R. Pipatti and S.M. Manso Vieira]; edited by D. Kruger, K. Parikh. – 2006. – ISBN 4887880324.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

- Барановська Ванда Євгенівна (Київ)** – кандидат економічних наук, проректор з науково-педагогічної роботи Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління.
- Беззубко Борис Ігорович (Маріуполь)** – Донецький державний університет управління.
- Беззубко Лариса Володимирівна (Красноармійськ)** – доктор наук з державного управління, професор, Донецький національний технічний університет
- Бондаренко Сергій Миколайович (Суми)** – магістр, Сумський національний аграрний університет.
- Бутенко Елеонора Олегівна (Маріуполь)** – кандидат хімічних наук, доцент, ДВУЗ Приазовський державний технічний університет.
- Волошин В'ячеслав Степанович (Маріуполь)** – доктор технічних наук, професор, ректор ДВУЗ Приазовський державний технічний університет.
- Гарбуз Сергій Вікторович (Харків)** – ад'юнкт, Національний університет цивільного захисту України.
- Гроховська Юлія Романівна (Рівне)** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет водного господарства та природокористування.
- Дан Олена Леонідівна (Маріуполь)** – аспірант, ДВУЗ Приазовський державний технічний університет.
- Дігтяр Сергій Вікторович (Кременчук)** – Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського.
- Елістратова Неллі Юрївна (Маріуполь)** – ДВУЗ Приазовський державний технічний університет.
- Капустін Олексій Євгенович (Маріуполь)** – доктор хімічних наук, професор, ДВУЗ Приазовський державний технічний університет.
- Ковальов Олександр Олександрович (Харків)** – кандидат технічних наук, Національний університет цивільного захисту України.
- Кузьмінський В.О. (Київ)** – кандидат сільськогосподарських наук, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.
- Лапшин Юрій Серафимович (Київ)** – доктор технічних наук, професор кафедри екологічної безпеки Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління.
- Ларін Олександр Миколайович (Харків)** – доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України.
- Лозовицький Анатолій Павлович (Київ)** – інженер-еколог ТОВ «Географіка».
- Лозовицький Павло Станіславович (Київ)** – кандидат технічних наук, гідрогеолог, гідрохімік, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.
- Матвієнко Віта Володимирівна (Мелітополь)** – аспірант, Таврійський державний агротехнологічний університет.
- 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.
- Михайленко Валерія Валеріївна (Маріуполь)** – ДВУЗ Приазовський державний технічний університет.
- Никифоров Володимир Валентинович (Кременчук)** – доктор біологічних наук, професор, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського.
- Онопрієнко Володимир Петрович (Суми)** – доктор педагогічних наук, професор, Сумський національний аграрний університет.
- Паріков Леонід Юхимович (Київ)** – ТОВ "СП ЛАНКО".
- Рудько Георгій Іллєч (Київ)** – доктор геолого-мінералогічних наук, доктор географічних наук, доктор технічних наук, професор, Державна комісія України по запасам корисних копалин.
- Шевченко Роман Юрійович**, кандидат географічних наук, доцент кафедри заповідної справи ДЕА.
- Юрченко А.Д. (Київ)** – кандидат економічних наук, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Наукове видання

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

3-4 / 2015 (10-11)

- *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) 248-40-21;
www.ecoj.dea.gov.ua
e-mail: pressdei@ukr.net

Підписано до друку 31.07.2015 р. Формат 70 x 100 / 1/16.
Друк офсетний. Ум.друк.арк. 17,55. Наклад 500 прим.
Видання та друк: ФОП Грінь Д.С., 73033, м. Херсон, а/с 15
e-mail: dimg@meta.ua. Свід. ДК № 4094 від 17.06.2011