

ISSN 2306-9716

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

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

1-2 / 2016 (12-13)

КИЇВ – 2016

УДК 502+504
ББК 20.1

*Друкується за рішенням Вченої Ради Державної
екологічної академії післядипломної освіти та
управління (протокол № 1-13 від 19.07.2016)
Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 15768-4240 р.*

Екологічні науки: науково-практичний журнал / Головний редактор
О.І. Бондар. – К.: ДЕА, 2015. – № 12-13. – 184 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:

Жук Ю.І.

Редакційна колегія:

Аверін Г.В., д.т.н.; Азаров С.І., д.т.н.;
Азасков В.М., д.т.н.; Байрак О.М., д.б.н.;
Барабаш О.В., д.т.н.; Барановська В.Є., к.е.н.;
Белецкий В.М., д.т.н. (Польща);
Білявський Г.О., д.г.-м.н.;
Богдасаров М.А., д.г.-м.н. (Республіка Білорусь)
Бондаренко О.А., д.б.н.; Будзьяк О.С., д.е.н.;
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.;
Леонєць В.О. к.е.н.; Мальований М.С., д.т.н.;
Машков В.А. (Чехія), д.т.н.;
Машков О.А., д.т.н.; Мокін В.Б., д.т.н.;
Москаленко А.М. к.е.н.; Моргун В.А., д.і.н.;
Неділько С.М., д.т.н.; Пашков Д.П., д.т.н.;
Пекло А.М., к.б.н.; Петриашвили Г., д.т.н. (Польща);
Петрук В.Г., д.т.н.; Рудько Г.І., д.т.н., д.г.-м.н., д.г.н.;
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,
2016

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	5
Харламова О.В., Шмандій В.М., Ригас Т.Є. Системний підхід до аналізу функціонування екологічної небезпеки та управління безпекою в умовах природно-техногенного навантаження	5
Вознюк Н.М., Бебко З.З. Закономірності формування гідрохімічного режиму поверхневих вод р. Горинь	19
Mityay I., Khomych V., Demchenko V. Modern hydroecological state of Hordashovka reservoir of the Hirsky Tikych River	27
Хом'як І.В. Динаміка надземної фітомаси під час автогенних сукцесій на перелогах для території Правобережного Полісся	33
Вознюк Н.М., Скиба В.П. Природно-кліматичний фактор як регулятор гідрологічного стану водотоку (на прикладі р. Молочна)	40
Петрук В.Г., Стискал О.А. Аналіз сучасних безпечних альтернатив дезінфекції питної води	50
Bondarchuk O., Petruk V., Tsvenko O. Ecological safety of visual perception of natural and artificial environment	58
ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ	65
Пудла О.І. Роль держави у розвитку біогазових технологій та підвищенні рівня енергетичної незалежності України	65
ЕКОЛОГІЯ І ВИРОБНИЦТВО	76
Sergiy Dubchak. Accumulation of caesium by arbuscular mycorrhizal symbioses on a cellular level	76
Консуров М.О. Визначення небезпечних та шкідливих чинників аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях	85
Кураева И.В. Соединения тяжелых металлов в техногенно-загрязненных почвах	97
Гумницький Я.М., Дерейко Х.О., Симак Д.М. Очищення газового середовища від діоксиду сірки хемосорбційним методом	104
Андрієвський В.З., Полякова І.О., Токаревський В.В., Турбасвський В.В. Проблеми поводження з побічними технологічними радіоактивними продуктами при виробництві ядерного палива в Україні	109
Кураева И.В., Локтионова Е.П., Сёмка Л.В., Войтюк Ю.Ю., Матвиенко А.В. Влияние физико-химических свойств почв на подвижность тяжелых металлов	116

Мітков В.Б. Розробка науково-методологічних основ комплексної оцінки впливу машинно-тракторних агрегатів на стан забруднення навколишнього середовища.....	122
РОЗВИТОК ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ.....	128
Савицька О.В., Циганок Є.Ю. Проблеми природокористування в межах регіонального ландшафтного парку «Лиса гора» в ув'язненні мешканців міста Києва	128
ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГО ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ.....	137
Ігнатко Т.І., Бобрик Н.Ю., Колесник А.В., Кривцова М.В. Оцінка екологічного стану урбанізованих екосистем (на прикладі трав'яних газонів м.Ужгорода)	137
Грабак Н.Х. Виробництво екологічно чистої продукції рослинництва в Україні: організаційні та технологічні аспекти	145
ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОБЕЗПЕКИ	153
Бордун І.М., Пташник В.В., Сардига М.В., Дмитруха Н.М., Короленко Т.К. Флуоресценція розчинів альбуміну з наночастинками сполук металів	153
СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО	159
Баран А.С. Застосування універсальних мікробіологічних препаратів для очистки стічних вод	159
Мельниченко Г.М. Динаміка пилку родини злакових (<i>Poaceae</i>) в атмосферному повітрі міста Івано-Франківськ	165
Пшибельський В.В. Вплив промисловості на мозковий кровообіг у осіб чоловічої статі	171
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ.....	180

ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 657.6:504

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ В УМОВАХ ПРОРОДНО-ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Харламова О.В., Шмандій В.М., Ригас Т.Є.
Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського,
вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук
ecol4207@mail.ru

Розглянуто системний підхід до аналізу формування екологічної небезпеки в умовах природно-техногенного впливу. Встановлено діапазони функціонування небезпеки. Акцентовано увагу на діапазоні несприятливої небезпеки. Здійснено структурування впливу джерел екологічної небезпеки на об'єкти довкілля та людей. Розроблено теоретичні основи управління екологічною безпекою в умовах природно-техногенного навантаження. Встановлено закономірності управління екологічною безпекою. Викладено базові принципи конструювання системи управління екологічною безпекою. *Ключові слова:* системний підхід, екологічна небезпека, природно-техногенний вплив, закономірності, управління екологічною безпекою.

Системный подход к анализу функционирования экологической опасности и управление безопасностью в условиях природно-техногенной загрузки. Харламова Е.В., Шмандий В.М., Ригас Т.Е. Рассмотрены системный подход к анализу формирования экологической опасности в условиях природно-техногенного воздействия. Установлены диапазоны функционирования опасности. Акцентируется внимание на диапазоне неблагоприятной опасности. Осуществлена структуризация влияния источников опасности на объекты окружающей среды и людей. Разработаны теоретические основы управления экологической безопасностью в условиях природно-техногенной нагрузки. Установлены закономерности управления экологической безопасностью. Изложены базовые принципы конструирования системы управления экологической опасности. *Ключевые слова:* системный подход, экологическая опасность, природно-техногенное воздействие, закономерности, управление экологической безопасностью.

A systematic approach to the analysis of the functioning of ecological danger and safety management in the conditions of natural - technogenic load. Kharlamova O.V., Shmandiy V.M., Rigas T. It was implemented a systematic approach to the analysis of the formation of ecological danger in terms of natural and man-made impacts. Established dangers operation ranges. The attention is focused on a range of adverse risk. Implemented structuring sources of danger impact on the environment objects and people. Designed a theoretical base of environmental safety management in the conditions of natural and man-made load. Established managing environmental safety laws. It sets out the basic design principles of ecological danger control system. *Keywords:* systematic approach, ecological danger, natural and man-made effects, patterns, ecological safety management.

Бурхливий та стрімкий розвиток цивілізації ставить перед світовою спільнотою потужні екологічні виклики. Екологічна безпека за результатами аналізу інформаційних джерел та власних спостережень, охоплює практично усі сфери життєдіяльності суспільства. Тому проблеми екологічної безпеки багатогранні, що визначає широкий спектр напрямів наукових досліджень у цій галузі.

У попередніх наукових дослідженнях закладено фундамент для подальшого вирішення проблем екологічної безпеки. Одночасно, аналіз стану дослідженості різних аспектів екологічної безпеки свідчить про термінологічну невизначеність, загальний та декларативний характер більшості запропонованих методів забезпечення безпеки; перебуває у стадії розвитку комплексний підхід з урахуванням складових небезпеки різного генезису; практичне застосування розроблених концепцій та моделей обмежене інформаційною не детермінованістю тощо. Отже, екологічна безпека вимагає поглибленої розробки методологічних аспектів і її теорії, опрацювання наукових основ управління нею на базі всебічного дослідження процесів та умов формування екологічної небезпеки, потребує уточнення та деталізації понятійно-термінологічного апарату.

Аналіз попередніх досліджень

Первинні основи загальної концепції екологічної безпеки закладені у роботах С.І. Дорогунцова, В.О. Бокова, М.М. Биченка та інших вчених [1-3]. Останнім часом інтенсифікувалися теоретичні та практичні дослідження цієї проблеми. Поглиблюються, конкретизуються та деталізуються знання з різних наукових напрямків, у тому числі техніко-економічного (Б.О.

Данилишин, О.М. Трофімчук, М.С. Мальований та ін.) [3-5] та природничого (Г.О. Білявський, Г.І. Рудько) [6]. Екологічна безпека в рамках держави розглядається як складова національної безпеки держави (А.Б. Качинський, В.О. Косовцев та ін.) [7,8]. Концептуальні засади управління екологічною безпекою закладено в роботах Шмандія В.М., Дорогунцова С.І. [1,9] та інших вчених.

За результатами аналізу попередніх наукових досліджень у галузі екологічної безпеки визначено:

- понятійно-термінологічний апарат, який характеризується багатовекторним характером визначень;
- на основі вивчення особливостей виникнення та розвитку напряму «Екологічна безпека» визначено його місце та роль на сучасному етапі

розвитку суспільства як міждисциплінарного базису для забезпечення належних умов існування людської спільноти та довкілля;

- за результатами аналізу та систематизацією наявної інформації щодо дисертаційних досліджень встановлено, що науковці переважної більшості галузей знань та наукових напрямів досить часто звертаються до проблем екологічної безпеки. У дисертаціях зі спеціальності 21.06.01 «Екологічна безпека» недостатньо представлені аспекти розробки наукових основ управління екологічною безпекою та її складових, що вимагає їх опрацювання; найбільшу увагу науковці приділяють дослідженням екологічної безпеки гідросфери. Зумовлено нагальною необхідністю захисту гідросфери від забруднення скидами різного походження, а також достатньо серйозними проблемами в штучно створених об'єктах гідросфери;

- із аналізу структурно-логічної ієрархічної моделі екологічної небезпеки та особливостей її формування зроблено висновок, що недостатньо вивчений природно-антропогенний тип небезпеки, в першу чергу, техногенний вплив (та можливості його мінімізації) на об'єкти гідросфери та літосфери (зокрема, проблеми «цвітіння» штучно створених водойм та техногенні землетруси);

- аналіз наукових досліджень з розробки способів та методів зниження рівня природно-техногенного навантаження на гідросферу, послаблення впливу літосферних процесів техногенного походження і об'єктів підвищеної екологічної небезпеки, зменшення токсичності викидів шкідливих речовин дизельними двигунами,

застосування адсорбентів для очищення компонентів довкілля від забруднення показав недостатню вивченість зазначених проблем.

Результати дослідження та їх обговорення

Фундаментальні закономірності та особливості виникнення та поширення екологічної небезпеки

З огляду на результати попередніх досліджень та власних спостережень [10] основні теоретичні положення щодо проблематики екологічної небезпеки окреслені темою нашого дослідження.

Досить важливою категорією є структуризація небезпеки, під якою ми розуміємо виявлення для конкретного регіону тільки йому властивих пріоритетів, моделювання ієрархічної структури небезпеки. Це зумовлює специфіку її можливого розвитку. Територіальні утворення, в межах яких оцінюється ступінь небезпеки, є складною комбінацією техногенних (промислові підприємства, транспорт, комунікації різного призначення, житлові приміщення) та техногенно-природних (парки, водойми тощо) об'єктів.

У викладених [8] положеннях вважаємо за доцільне виділити основні принципи структуризації екологічної небезпеки: територіальна цілісність регіону; зосередження характерних джерел небезпеки в його межах; спільність процесів формування небезпеки; переважна локалізація проявів небезпеки в межах регіону. Ознаками структуризації є зміст природних та техногенних складових у проявах небезпеки та комбінації видів і підвидів небезпеки. Обраний для

дослідження регіон характеризуватиметься сукупністю природних та соціально-економічних умов, які формують певну екологічну небезпеку з чітко вираженими взаємодіями, взаємовідносинами та взаємним впливом складових.

В аналізі стану екологічної небезпеки необхідно враховувати не лише функціональні характеристики об'єктів й їхні позиційні властивості. Ступінь небезпеки значною мірою визначається несприятливим розміщенням її джерел щодо об'єктів та споруд різного призначення. Доцільним є враховування взаємного розташування зон розподілу небезпеки та територій з різним ступенем схильності до впливу її проявів. Так, екологічну небезпеку можна вважати незначною, якщо, наприклад, джерела забруднення атмосферного повітря знаходяться на досить значній відстані від густонаселених територій і розділені масивами зелених насаджень. З іншого боку, коли потужний кар'єр розташовується в безпосередній близькості від греблі великого водосховища і кристалічний фундамент геологічного середовища залягає на невеликій глибині, рівень небезпеки буде надзвичайно високим. Отже, враховується не тільки просторове розміщення джерел небезпеки щодо різноманітних об'єктів, але й характеристики середовища, в якому небезпека поширюється.

При вивченні особливостей та умов формування екологічної небезпеки слід брати до уваги відмінність якості (впливи на навколишнє середовище, що якісно відрізняються, наприклад, різноманітні комбінації шкідливих речовин, які викидаються різними джерелами) та

інтенсивності (наприклад, істотна відмінність у кількісних характеристиках викидів) її джерел. Інтенсивність джерел впливає на ступінь прояву небезпеки, хоча не завжди є визначальним чинником. Наприклад, в [9] проілюстровано, що сукупність невеликих котелень формує більш високий рівень забруднення атмосферного повітря порівняно з потужною ТЕЦ, хоча сумарні викиди шкідливих речовин у першому випадку значно менші. Це визначається умовами розсіювання та геометричними і фізичними параметрами джерел викидів.

Істотне значення має одночасний вплив (синергія) різних видів та підвидів небезпеки. Наприклад, автомобільний транспорт створює екологічну небезпеку, пов'язану як з дією хімічних (викидаються з відпрацьованими газами шкідливі речовини), так і фізичних (шумове забруднення) чинників. Врахування обох чинників призводить до необхідності посилення вимог до безпечної (відносно до людини та навколишнього природного середовища) експлуатації автомобілів. На підставі наведеного аналізу встановлено закономірність формування небезпеки – сусідство небезпек різного генезису може бути несприятливим, нейтральним, сприятливим; несприятливий синергічний вплив може істотно посилити негативну дію на людину та на навколишнє середовище.

Просторова і часова структуризація небезпеки – це сукупність екологічно небезпечних об'єктів будь-якого генезису, які внаслідок взаємодії та взаємного впливу утворюють небезпечні для життєдіяльності біоти ситуації і загрожують функціонуванню технічних споруд, об'єктів тощо.

Встановлення у регіоні пріоритетних умов формування небезпеки визначається присутністю домінуючих за інтенсивністю можливого впливу екологічно небезпечних видів господарської діяльності та природних явищ.

Особливості особливості виникнення та поширення екологічної небезпеки у певному регіоні пов'язані з чинниками, що присутні в самому регіоні і справляють суттєвий вплив на процес формування екологічної небезпеки. Зовнішні чинники впливу відносно регіону враховуються у фонових значеннях параметрів.

Антропогенний вплив може як змінювати стан навколишнього середовища і опосередковано впливати на людину, так і безпосередньо діяти на неї (наприклад, неякісні продукти споживання). Накопичення «навантажень» у суб'єкта під дією проявів екологічної небезпеки формується в різних умовах протягом певного часового інтервалу. Величини таких навантажень можуть істотно відрізнятися. Модель формування екологічної небезпеки наведена на рис. 1.

Базисною стадією формування небезпеки є трансформація речовини та енергії в різних технологічних процесах господарської діяльності (включаючи і переробку відходів). Практично завжди неминуче утворюються відходи, під якими ми розуміємо побічні продукти та види енергії, що виникають окрім цільового продукту. Кількість утворених відходів значною мірою залежить від якості сировинних ресурсів (ресурсно-сировинне забезпечення), а також від оснащеності технологічних процесів маловідходним облад-

нанням (матеріально - технічне забезпечення). Цільова продукція надходить до сфери споживання, використовується там, утворюючи в процесі трансформації відходи споживання.

Усі відходи можна класифікувати як забруднювачі, оскільки деякі з них взагалі невластиві навколишньому природному середовищу, а решта збільшує вміст речовини і енергії в компонентах природної підсистеми конкретного регіону. Ці забруднювачі частково уловлюються і збираються (тобто ізолюються від природного середовища), решта безпосередньо надходить до атмосферного повітря, у водний басейн, в ґрунти. Технічні засоби не завжди можуть забезпечити повноту уловлювання та збору відходів, тому певна кількість останніх також потрапляє у довкілля. Уловлені та зібрані відходи (які містять ресурсно-цінні компоненти) можуть слугувати сировинною базою для об'єктів техносфери (техногенні сировинні ресурси). Застосування відповідних технологій дозволяє отримати з них продукцію цвілевого призначення.

Техногенні джерела провокують збурення у навколишньому середовищі, які під дією природних та природно-антропогенних чинників поширюються в ньому та змінюють його стан, що призводить до екологічного дисбалансу соціально-економічної підсистеми. В результаті розвитку цих процесів формується екологічна небезпека, яка може поширюватися і за межі досліджуваного регіону. Цей факт необхідно враховувати в аналізі станів екологічної небезпеки в суміжних регіонах.

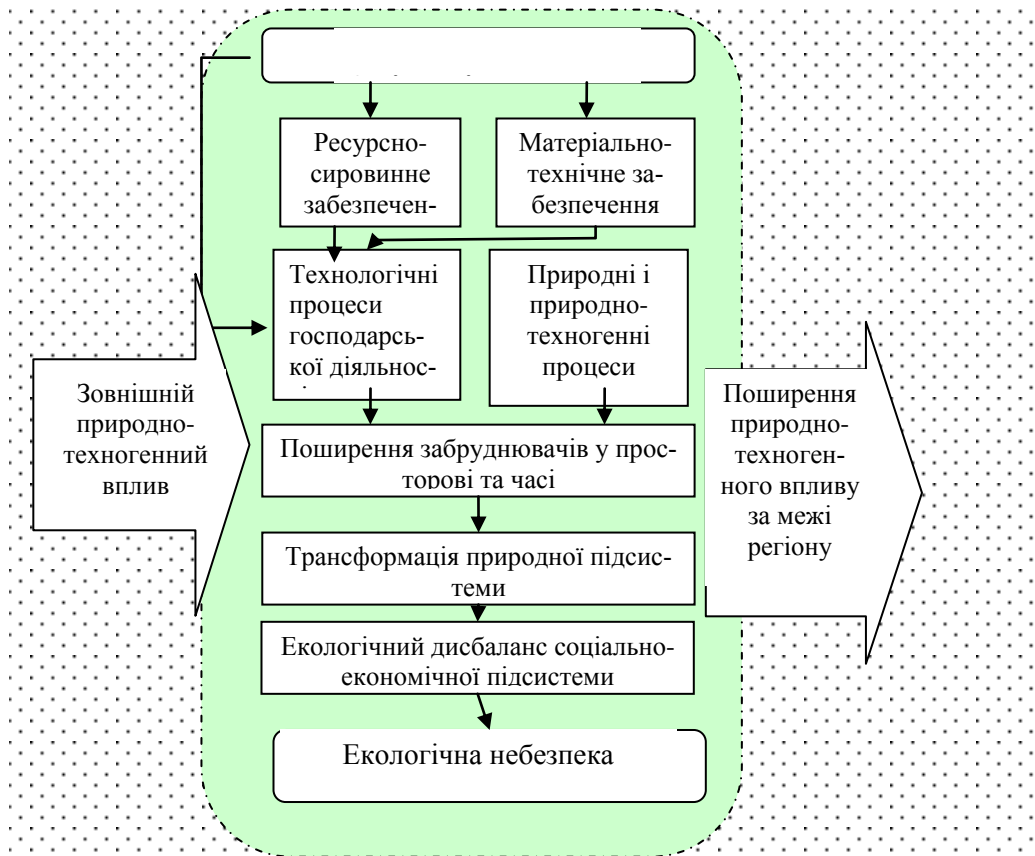


Рис. 1. Модель формування екологічної небезпеки під впливом природно-техногенних чинників

Наукові засади моніторингу станів екологічної небезпеки.

Для встановлення наукових засад моніторингу стану екологічної небезпеки ми вважаємо за доцільне навести результати наших спостережень та узагальнень.

Екологічну безпеку необхідно пов'язувати з проблемами збалансованого розвитку, які останнім часом набувають особливої актуальності [11]. Під екологічною безпекою розуміємо такий динамічний стан системи «суспільство – навколишнє

середовище», який забезпечує її збалансований розвиток в умовах захищеності від реальних та потенційних антропогенних і природних впливів на цю систему.

Вважаємо, що при розгляді проблеми екологічної безпеки необхідно враховувати просторово-часові рамки, ієрархічність та різні її рівні (локальний, регіональний, національний, глобальний).

Екологічна небезпека фактично властива екосистемам різного ієрархічного рівня – від біогеоценозів

(агро-, урбоценозів та ін.) до біосфери в цілому. Вона характеризується часом та розмірами подій, що реалізуються в її контексті: короткочасна дія може бути відносно безпечною, а тривала – небезпечною; зміни в локальних масштабах – майже нешкідливими, а в глобальних – фатальними. Інтенсивність іноді може не мати вирішального значення для низки чинників (наприклад, деякі пестициди та біологічні агенти практично не мають нижнього безпечного рівня концентрації). На довготривалу дію джерел небезпеки може не реагувати нинішнє покоління, але результати цього впливу можуть спричинити непередбачувані наслідки для нащадків.

Суб'єктами екологічної небезпеки виступають індивідуум, суспільство, екосистема, геосистема, біосфера, держава. А її об'єктами є життєво важливі інтереси її суб'єктів.

Суттєвою особливістю екологічної небезпеки є те, що порівняно з іншими видами небезпеки вона носить прихований невідчутний характер. Ймовірно тому екологічна небезпека не сприймається належним чином широким колом різнопрофільних фахівців. Слід зазначити, що у (2016 р. переліку спеціальностей вищої школи екологічна безпека відсутня. Це свідчить про недостатній рівень формування екологічного мислення та культури, про нестачу висококваліфікованих фахівців у галузі управління екологічною безпекою.

Певні природні та антропогенні процеси (окремо або за умови спільної їх дії) є продуктами екологічної небезпеки в системі «суспільство – навколишнє середовище». Небезпека

носить ймовірнісний характер, її прояви залежать від безлічі чинників та умов. Ймовірність таких проявів здатна варіювати в широких межах, в тому числі може бути практично нульовою. Якість довкілля на сьогодні є результатом впливів на неї протягом тривалого часу. Безпека характеризується запобіганням або усуненням негативного впливу чинників, що виникають у результаті функціонування джерел небезпеки. Це підтверджує необхідність всебічного вивчення умов формування небезпеки, тобто проведення моніторингу станів екологічної небезпеки.

Безпека є відносною категорією, адже за певних умов ситуація може стати небезпечною.

Так, наприклад, нафта та продукти її переробки завжди є пожежонебезпечними. Вода у всіх агрегатних станах становить небезпеку своїми руйнівними впливами. Навіть присутність водяної пари в атмосфері (вологість повітря) створює небезпеку, яка проявляється в процесах корозії, загнивання і т.і.

Вважаємо, що моніторинг станів екологічної небезпеки доцільно проводити на базових принципах системного аналізу. Як приклад, розглянемо техногенні землетруси (рис. 2).

Першим етапом моніторингу стану екологічної небезпеки є виявлення джерел техногенних землетрусів різної інтенсивності в регіоні досліджень. Надалі інструментально визначаються рівні сейсмічного навантаження шляхом вимірювання швидкості зміщення ґрунту або елементів конструкцій в районі розташування різних об'єктів та інженерних споруд за стандартними методиками. Паралельно проводиться опитування на-

селення щодо впливу цього чинника на стан здоров'я. На основі одержаних результатів визначається ступінь екологічної небезпеки, встановлюється кореляція одержаних даних із

результатами опитування населення, що мешкає в зонах впливу джерел техногенних землетрусів, та візуального спостереження за пошкодженнями конструкцій та споруд.

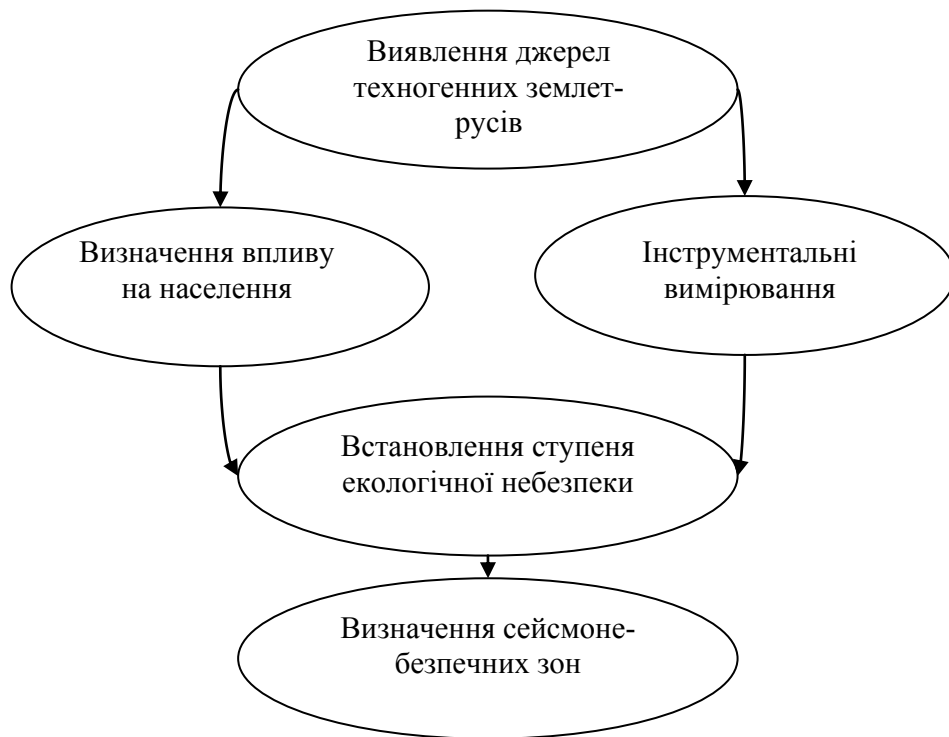


Рис. 2. Алгоритм моніторингу станів екологічної небезпеки при дії техногенних землетрусів

Функціонування екологічної небезпеки за умови природно-техногенного впливу

Як основну характеристику екологічної небезпеки розглядається її рівень, який визначається інтенсивністю можливих проявів небезпеки, що негативно впливають на людину та довкілля. Функція щільності розподілу проявів екологічної небезпеки у регіоні F_n залежно від її рівня R на підставі ймовірнісної моделі Гауса [12] може бути представлена у вигляді:

$$F_n(R) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(R-\alpha)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

де α і σ – параметри, які визначаються загальним станом екологічної небезпеки в конкретному регіоні.

Графічне представлення (рис.3) залежності (1) дає можливість встановити такі діапазони функціонування небезпеки: зневажливий ($R < R_1$); низький ($R_1 \div R_2$); прийнятний ($R_2 \div R_3$); неприйнятний ($R_3 \div R_4$); катастрофічний ($R > R_4$).

Значення граничних рівнів (R_2 , R_3 , R_4) діапазонів небезпеки для практичних цілей можуть бути встановлені на підставі існуючої нормативної бази.

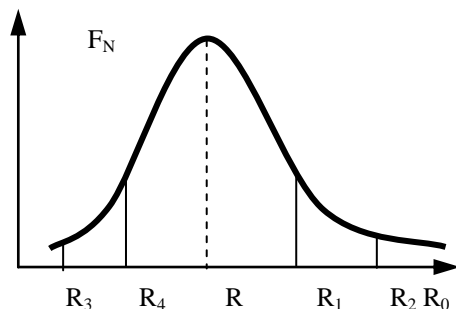


Рис. 3. Розподіл щільності проявів екологічної небезпеки F_N , в залежності від рівня небезпеки R (R_1 – природний фон; R_2 , R_3 , R_4 – відповідно нижні граничні рівні прийнятної, неприйнятної, катастрофічної небезпеки; R_0 – середній для регіону рівень небезпеки)

Наприклад, для техногенної небезпеки, що формується хімічними чинниками, можуть бути використані гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднювачів, їх частки та кратність перевищення: R_2 відповідає

0,05 ГДК (межа зони забруднення гігієнічного нормування); R_3 – ГДК; R_4 – k ГДК, де k – коефіцієнт, що залежить від типу забруднювача та специфіки його дії (токсичності). Для окремих регіонів, що характеризуються високим рівнем природно-техногенної небезпеки, значення R_1 може перевищувати не тільки R_2 і R_3 , а в окремих випадках і R_4 .

Основну увагу акцентуємо на діапазоні неприйнятної небезпеки, оскільки він характеризується значно більшою кількістю випадків проявів небезпеки порівняно з діапазоном катастрофічної небезпеки (рис. 3). Екологічна небезпека створюється сукупністю техногенних об'єктів, які формують просторові зони неприйнятної небезпеки. Для вирішення завдань управління екологічною безпекою вважаємо за доцільне аналізувати шкідливий вплив в основному за межами такого об'єкта в зонах неприйнятної небезпеки, а також враховувати стан небезпеки на території самого об'єкта, що схематично вказано на рис. 4.

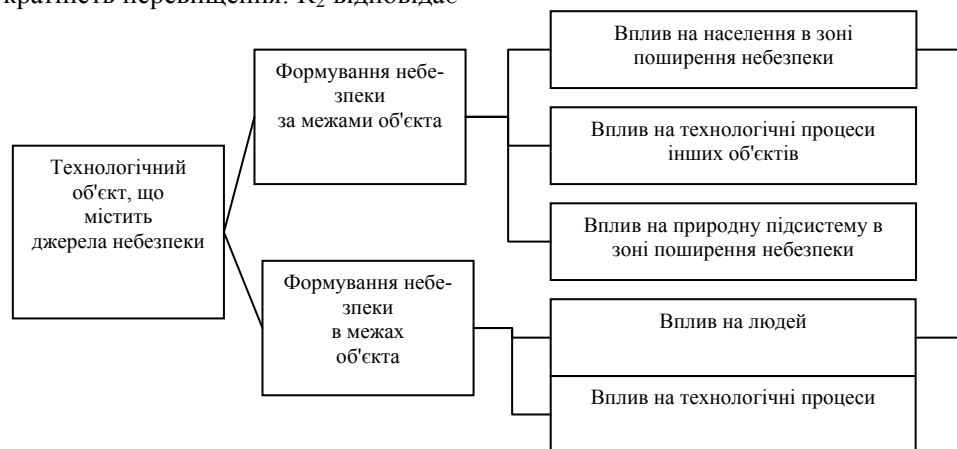


Рис. 4. Структуризація впливу джерела екологічної небезпеки на об'єкти довкілля та людей

Пропонуємо також враховувати сезонну диференціацію екологічної небезпеки. Мотивація цього полягає в тому, що в організмі людини двічі на рік (навесні та восени) відбувається перебудова енергетичних процесів та пристосування до літніх і зимових режимів функціонування. Це здійснюється на різних рівнях - від клітинного до організмового. У таких ситуаціях стан мітохондрій нестійкий, внаслідок чого організм людини слабшає і стає більш чутливим до дії біологічних, фізичних та хімічних впливів. Загострюються хронічні захворювання, що підтверджується медичною статистикою. Тому, на наш погляд, аналізуючи стан екологічної небезпеки в різні періоди року, необхідно ввести корегуючі сезонні коефіцієнти.

Теоретичні основи управління екологічною безпекою в умовах природно-техногенного навантаження

Зазначаємо [13], що стратегія управління екологічною безпекою формулюється наступним чином: ефективно управління може здійснюватися на основі використання закономірностей формування небезпеки. Увагу у дослідженні акцентуємо на техніко-технологічних аспектах управління, які в кінцевому підсумку передбачають розробку та реалізацію практичних заходів і технічних рішень, спрямованих на запобігання потенційного і зниження реального техногенного впливу на людину і навколишнє середовище.

Логічний аналіз і узагальнення фактичного матеріалу, використання теоретичних положень формування небезпеки дозволили встановити закономірності управління екологічною безпекою відносно природно-

техногенних чинників [14]. Наведемо ці положення.

Результативним управління може бути за умови забезпечення прийнятної просторової та часової структуризації небезпеки. Вивчення хронології функціонування небезпеки, встановлення стадій цього процесу дозволяють вибрати оптимальні методи та засоби управління. Виявлення особливостей динаміки формування небезпеки, врахування аналогічних ситуацій, що раніше зустрічались, дають можливість розробити ефективну структуру управління, уникнути помилок, ліквідувати проміжні ланки, заощадити час та кошти.

Оптимізація розташування джерел небезпеки відносно об'єктів, на які впливає небезпека, суттєво послаблює наслідки її проявів. Слід зазначити, що поліпшити позиційні властивості об'єктів можна не тільки за допомогою відповідних технічних рішень, але й з використанням природних особливостей. Так, не змінюючи параметри джерел викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря, можна істотно знизити ступінь прояву небезпеки в сельбищних зонах шляхом раціонального розміщення цих джерел щодо переважаючого напрямку вітру. Цей захід є прикладом ліквідації несприятливої позиційності із використанням природних чинників. Іншим прикладом оптимізації позиційності є організація санітарно-захисних зон навколо промислових підприємств та озеленення територій. За дії техногенних землетрусів на споруди різного призначення покращення умов позиційності може бути здійснено шляхом проведення серії мікроривів на шляху проходження сейсмічних хвиль з метою

забезпечення їх загасання в геологічному середовищі, а також розміщенням джерел техногенних землетрусів на такій відстані від будівель та споруд, де сейсмічні хвилі не спричиняють помітного впливу.

Мінімізація одночасної присутності складових небезпеки різного генезису зменшує ступінь впливу на людину та довкілля. Враховуючи те, що досить складно регулювати ступінь впливу природної та природно-антропогенної небезпеки, акцент зміщується у бік ліквідації (або послаблення інтенсивності) окремих видів та підвидів техногенної небезпеки. Так, застосування ефективних технічних засобів поглинання шуму (використання глушників) знижує ступінь прояву небезпеки, що послаблює вплив на людину. З іншого боку, оснащення двигунів автомобілів нейтралізаторами призводить до зниження викидів шкідливих речовин, тобто зменшення рівня небезпеки.

Зниження ступеня прояву небезпеки у результаті реалізації управлінського рішення може бути розосереджено як у просторі, так і в часі. Зменшення обсягів скидів шкідливих речовин у водний об'єкт в одному місці сприяє зниженню їх концентрацій на значній відстані від нього. Реалізація заходів щодо зниження енергоємності виробництва на підприємстві може привести до необхідності зменшення вироблення електроенергії, що спричинить зниження кількісних показників викидів, а отже, викличе зменшення приземних концентрацій шкідливих речовин у

місцях розташування теплових електростанцій.

Однією з причин сезонного погіршення якості природних вод у штучно створених водоймах є масовий розвиток ціанобактерій (синьо-зелених водоростей) [5]. Елементом управління екологічною безпекою може слугувати розведення в водосховищах окремих видів іхтіофауни (наприклад, товстолобика), здатних активно споживати ціанобактерії. Зниження інтенсивності проявів небезпеки (запобігання погіршенню якості природних вод) відбудеться через певний часовий інтервал, тобто в момент інтенсивного розвитку ціанобактерій.

Управління екологічною безпекою здійснюється як у безперервному, так і в дискретному режимах, іноді воно носить сезонний характер. Так, очищення забруднених стоків проводиться безперервно. Заходи щодо зниження впливу техногенних землетрусів реалізуються дискретно. Недопущення погіршення якості вод, що використовуються для питного водопостачання в періоди несприятливих метеорологічних умов, здійснюються в літній період, тобто сезонно.

Базові принципи конструювання системи управління екологічною безпекою

Результати аналізу закономірностей формування екологічної небезпеки та її регіональних особливостей дозволили визначити основні етапи досліджень для розробки системи управління екологічною безпекою (рис. 5).



Рис. 5. Схема досліджень щодо розроблення програми управління екологічною безпекою

На першому етапі аналізується роль геологічних, гідрогеологічних, кліматичних, метеорологічних та інших природних чинників у формуванні та просторовому поширенні екологічної безпеки. Виявляються джерела безпеки, визначаються їх параметри. Виділяються окремі зони, що характеризуються певними особливостями формування безпеки, а також промислові та транспортні комплекси. Вивчається роль соціогенних чинників.

Наступний етап включає аналіз конкретних проявів екологічної безпеки. Проводиться аналіз показників

зміненого стану природної підсистеми, здійснюється моделювання сценаріїв формування екологічної безпеки, що дозволяє визначити найбільш оптимальні шляхи зниження її рівня. На третьому етапі розроблюються практичні рішення та технічні заходи, які повинні забезпечити зниження інтенсивності дії джерел безпеки.

Реалізація управлінських рішень, яка здійснюється в технологічних процесах господарської діяльності в ресурсно-сировинному та матеріальному забезпеченні, є найбільш дієвим актом, оскільки мінімізація утворен-

ня побічних видів речовини та енергії значною мірою усуває необхідність здійснення заходів щодо обмеження надходження збурень у природну підсистему.

Висновки

Викладено результати узагальнень та власних наукових доробок авторів стосовно теоретичних засад аналізу екологічної безпеки за умови дії природно-техногенних чинників.

Встановлено фундаментальні закономірності та виявлено особливості виникнення та поширення екологічної небезпеки. Запропонована модель формування небезпеки під впливом природно-техногенних чинників. Обґрунтовано наукові передумови проведення моніторингу станів екологічної небезпеки. Як приклад, наведено алгоритм моніторингу за дії техногенних землетрусів.

Реалізовано системний підхід до аналізу формування екологічної небезпеки в умовах природно-техногенного впливу. Встановлено діапазони функціонування небезпеки. Акцентовано увагу на діапазоні несприятливої небезпеки. Здійснено структурування впливу джерел екологічної небезпеки на об'єкти довкілля та людей.

Розроблено теоретичні основи управління екологічною безпекою в умовах природно-техногенного навантаження. Викладено базові принципи конструювання системи управління.

Література

1. Дорогунцов С.И. Управление техногенно-экологической безопасностью в контексте парадигмы устойчивого развития: концепция системно-динамического решения / [Дорогунцов С.И., Ральчук А.Н.] – К.: Наукова думка, 2002. – 200 с.
2. Основы экологической безопасности. Учебное пособие / [Боков В.А., Лущик А.В. – Симферополь: СОНАТ, 1998. – 224 с.
3. Биченок М.М. Проблеми природно-техногенної безпеки в Україні/ [Биченок М.М., Трофімчук О.М.] – К.: УІНСіР, 2002.– 179 с.
4. Данилишин Б.М. Природно-техногенні катастрофи: проблема економічного аналізу та управління / Данилишин Б.М. – К.: УІНСіР, 2002.– 153с.
5. Malovanyu Myroslav Production of renewable energy resources via complex treatment of cyanobacteria biomass / Myroslav Malovanyu, Vladimir Nikiforov, Elena Kharlamova and Alexander Synelnikov // Chemistry & Chemical Technology. – 2016. – №2. – P.251-254.
6. Екологічна безпека техноприродних геосистем у зв'язку з катастрофічним розвитком геологічних процесів / [Гошовський С.В., Рудько Г.І., Преснер Б.М.] – К.: ЗАТ “НІЧЛАВА”, 2002.– 624 с.
7. Екологічна безпека України: аналіз, оцінка та державна політика / [Качинський А.Б., Хміль Т.А.] – К.: НІСД, 1997. – 127 с.
8. Національна безпека України: проблеми та шляхи реалізації пріоритетних національних інтересів / [Косовцев В.О., Бінько І.Ф.] – К.: НІСД, 1996. – 61 с.
9. Шмандій В.М. Управління екологічною безпекою на регіональному рівні (теоретичні та практичні аспекти): дис... доктора техн. наук. : 21.06.01 / В.М. Шмандій. – Харків, 2003. – 356 с.
10. Шмандій В.М., Харламова Е.В., Ригас Т.Е. Исследование проявлений экологической опасности на региональном уровне // Научно-практический журнал «Гигиена и санитария», М.: НИИ ЭЧиГОС. – 2015. – №7. – С. 90–92.
11. Вамболь В. В., Шмандій В. М., Вамболь С. О., Кондратенко О. М. Системний підхід до вирішення проблеми управління екологічною безпекою процесу утилізації відходів життє-

- діяльності // Науковий журнал «Екологічна безпека». – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 1/2015 (19). – С. 7-11.
12. Petruk V. G., Kravets A. G. Carbon monoxide sensors based on SnO_x nanoparticles. Technical Physics. 2007. Vol. 52, Issue 2, pp 231–234
 13. Харламова О.В. Освітньо-інформаційні чинники в забезпеченні екологічної безпеки // Науковий журнал «Екологічна безпека». – Кременчук, 2013. – Вип. 2(16). – С. 17-22.
 14. Шмандій В.М., Харламова О.В. Теоретичні та практичні аспекти управління екологічною безпекою на основі антропоцентричного підходу // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. – Харків: ХНУ, 2013. – Вип. 9. – № 1070, серія «Екологія». – С. 24-30.

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. ГОРИНЬ

Вознюк Н.М., Бєбко З.З.

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

Досліджено зміни хімічного складу та якості поверхневих вод р. Горинь. Визначено мінімальні і максимальні витрати води та маси виносу забруднюючих речовин з басейну річки. *Ключові слова:* поверхневі води, гідрохімічний режим, якість води, забруднюючі речовини.

Закономерности формирования гидрохимического режима поверхностных вод р. Горинь. Вознюк Н. М., Бєбко З. З. Проведено Исследования изменения химического состава поверхностных вод р. Горинь, определены минимальные и максимальные расходы воды и массы выноса загрязняющих веществ из бассейна реки. *Ключевые слова:* поверхностные воды, гидрохимический режим, качество воды, загрязняющие вещества.

Patterns of formation hydrochemical regime of surface water river Gorin. Voznyuk N. M., Bebko Z. Z. A study of changes in the chemical composition of the surface waters of the river Gorin, are defined minimum and maximum costs and calculated mass removal of contaminants from the river basin. *Keywords:* surface water, hydrochemical regime, water quality, contaminants.

Навоколишнє природне середовище зазнає зростаючого впливу господарської діяльності людини. В Україні практично не залишилося територій, які б не були частково або повністю трансформовані. За останні десятиріччя особливо значних змін зазнали басейни малих та середніх річок. Проблема екологічного стану водних об'єктів є актуальною для всіх водних басейнів України [1].

Основними причинами забруднення поверхневих вод України є скид неочищених та недостатньо очищених комунально-побутових і промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти та через систему міської каналізації; надходження до

водних об'єктів забруднюючих речовин у процесі поверхневого стоку води із забудованих територій та сільгоспугідь; ерозія ґрунтів на водозабірній площі, відсутність просторового планування меж освоєння басейнів (збільшення розораності, зменшення лісистості територій).

Річки є важливими джерелами прісної води. На сьогодні проблема збереження річок у всьому світі набула великих масштабів і вимагає негайного вирішення. Подальше забруднення водних артерій може призвести до незворотних наслідків та екологічних катастроф.

Актуальність теми. Дослідження проблем малих і середніх річок

пов'язано з необхідністю реалізації загальної природозберігаючої стратегії використання водних ресурсів, усвідомлення ролі водних об'єктів у функціонуванні навколишнього природного середовища та існування населення [2].

Концепція сталого розвитку України передбачає інтеграцію екологічної політики у стратегію соціально-економічних реформ. Такий підхід має забезпечити прискорення темпів економічного і соціального розвитку за умов поліпшення стану довкілля та раціонального використання природних ресурсів.

Найбільшою мірою якість природних вод річок змінюється від забруднення їх стічними водами промислових підприємств та комунального господарства, від поверхневого стоку з територій населених пунктів, промислових об'єктів, транспортних шляхів і сільськогосподарських угідь. Річка Горинь та її басейн щорічно зазнає значного антропогенного впливу, що негативно позначається на стані р. Прип'ять, в яку вона впадає. Забруднюючі речовини потрапляють у головну водну артерію України – Дніпро, а потім і Чорне море.

Активно займаються дослідженнями якості поверхневих вод малих та середніх річок як складової частини великих рік вчені Рівненського університету водного господарства Клименко М.О., Вознюк Н.М., Статник І.І., Гриб Й.В., Сондак В.В. та інші [3].

Мета досліджень полягає у вивченні гідрохімічного режиму поверхневих вод р. Горинь, та виносу забруднюючих речовин руслом річки, оцінці якості її поверхневих вод.

Методика досліджень. Інформаційна база досліджень – Доповіді про

стан навколишнього природного середовища в Рівненській, Хмельницькій, Тернопільській областях за 2005-2013 рр. та екологічні паспорти Рівненської, Хмельницької, Тернопільської областей за цей період. При дослідженні зміни якості поверхневих вод р. Горинь використано методику «Спрощена екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та екстуаріїв України» (КНД 211.1.4.010-94) [3, 6].

Дослідження проводили для 6-ти пунктів спостережень: 1-ий пункт знаходиться на території Тернопільської обл. на межі з Хмельницькою; 2-ий і 3-ій на території Хмельницької області: в смт Ямпіль і нижче м. Нетішин; 4-ий, 5-ий та 6-ий на території Рівненської області: в Острозькому районі на межі з Хмельницькою обл., нижче смт Оржів, в с. Висоцьк на кордоні з Білоруссю [4,5].

Результати дослідження. За 2005-2013 роки досліджено фізико-географічні та гідрологічні умови басейну р. Горинь, який розташований на території Тернопільської, Хмельницької та Рівненської областей України. Більша частина поверхні басейну розорана (понад 60 %). Ліси (соснові та широколистяні) займають 18 %, болота переважно осокові і становлять 6 %, озер у басейні – всього 0,1 %.

Горинь є правою притокою р. Прип'ять, яка впадає в Дніпро. Довжина ріки 659 км, площа водозбору 27700 км². Загальне падіння ріки 218 м. Найбільшою притокою р. Горинь є р. Случ. Живлення ріки переважно снігове з помітною участю дощового й ґрунтового.

У річному ході рівня виділяються висока весняна повінь, низька літня межень, що порушується короткочас-

ними дощовими паводками, осінні й зимові підйоми води.

Клімат басейну помірно-континентальний, помірно теплий, вологий, зима м'яка з частими відлигами, літо тепле з достатньою кількістю опадів [7].

Інтенсивна господарська діяльність в басейні будь-якої річки значно впливає на кількісні та якісні показники її стану та призводить до певних антропогенних навантажень.

Основними проблемами, що виникають в результаті господарської діяльності та нераціонального використання водних і земельних ресурсів у басейнах середніх та малих річок, є їх забруднення, руйнування природних ландшафтних комплексів річкових долин та прилеглих територій, інженерна перебудова русел та заплав унаслідок меліоративних робіт тощо.

У р. Горинь та її притоки щорічно скидається 56,75 млн.м³ стічних вод, з якими в річку потрапляє більше 277 тис. т різноманітних домішок, що забруднюють її води.

У басейні розташована значна кількість промислових підприємств та населених пунктів сільського і міського значення, які скидають стічні води у воду р. Горинь. Основними такими забруднювачами є: в Тернопільській області Ланівське КП по благоустрою; в Хмельницькій – Славутський солодовий завод; в Рівненській – ПРАТ «РівнеАзот», Оржівське ВУЖКГ [4,5].

Ланівське комунальне підприємство по благоустрою в середньому за рік скидає у р. Горинь 0,066 млн. м³ стічних вод, а це близько 81,0 т забруднюючих речовин: сульфати – 1,3 т; хлориди – 1,1 т; азот амонійний – 0,5 т; завислі речовини – 1,5 т та інші.

Славутський солодовий завод, який спеціалізується на виробництві солоду з ячменю, за рік скидає 0,523 млн м³ стічних вод та 605,97 т забруднюючих речовин. Стічні води заводу містять: азот нітратний – 17,5 мг/дм³, азот нітритний – 186 мг/дм³, цинк – 0,011 мг/дм³, нікель – 0,002 мг/дм³, марганець – 0,011 мг/дм³, залізо – 0,6мг/дм³. За рік у річку потрапляє близько 1,8 т завислих речовин, 1,0 т азоту амонійного, 0,3 т фосфатів, нітрати та нітрити.

ПРАТ «РівнеАзот» спеціалізується на виробництві, збереженні і реалізації мінеральних добрив азотної і фосфорної групи, продукції виробничо-технічного призначення – аміак, адипінова кислота та ін., за рік скидає у р. Горинь 362,1 млн м³ стічних вод, у яких міститься 180,3 т сульфатів, 6,6 т хлоридів; 0,8 т азоту амонійного, 6,59 т заліза, 465,4 т фосфатів, 11,88 т фторидів та інші забруднюючі речовини.

Оржівське виробниче управління житлово-комунального господарства обслуговує житлові квартири і будинки, адмінприміщення, забезпечує озеленення, санітарне очищення та благоустрій селища, водопостачання і водовідведення, очищення промислових і побутових стоків. За рік підприємство скидає 95,9 млн м³ стічних вод, які містять у собі 1,3 т завислих речовин, 2,7 т сульфатів, 2,8 т хлоридів, 0,4 т азоту амонійного, 0,16 т фосфатів, 0,03 т заліза та інші.

До основних джерел забруднення р. Горинь віднесено населені пункти, які здійснюють скид неочищених чи недостатньо очищених стічних вод у воду річки (міста Кременець, Ланівці, Ізяслав, Шепетівка, Славута, Ост-

рог, Здолбунів, Рівне, Костопіль, Сарни, Дубровиця та інші).

У річку скидаються стічні води з очисних споруд м. Острога, смт Гощі, м. Дубровиці, підприємств ТзОВ «ОДЕК Україна», Городищенської виправної колонії, стічні та дренажні води з території відвалу фосфогіпсу ПРАТ «Рівнеазот».

Велике забруднення отримують притоки Замчисько в Костопільському районі після скиду стічних вод з очисних споруд ДКП «Костопільводоканал» та Устя, в які здійснюється скид стічних вод з очисних споруд м. Рівне РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» та ПАТ «Волинь-цемент». Забруднюючі речовини, що містяться у водах приток, потрапляють у р. Горинь і погіршують її екологічний стан.

Внаслідок господарської діяльності у басейні виникають кризові ситуації через розміщення Хмельницької АЕС, невирішеність проблеми технічного водопостачання.

Формування кризової ситуації у річці Горинь пов'язане із забруднення промисловими і зливовими водами від хімоб'єднання «Азот», Оржівського деревообробного комбінату, цукрових заводів (Острозький, Бабино-Томахівський, Мізоцький).

Найбільшим джерелом забруднення поверхневих вод є господарсько-побутові (або комунальні) стічні води від населених пунктів. У розчиненому вигляді в стічних водах присутні мило, синтетичні пральні порошки, дезінфікуючі засоби, відбілювачі та інші речовини побутової хімії. З житлових будинків надходить паперове сміття, відходи рослинної і тваринної їжі. З вулиць в каналізацію стікає дощова і тала вода з піском або сіллю, які використовуються для прискорення танення

снігу і льоду на проїжджій частині вулиць і тротуарах. Неочищені побутові стоки містять значну кількість збудників інфекційних захворювань і яєць гельмінтів, що небезпечно в епідемічному відношенні.

Проаналізовано динаміку зміни концентрацій забруднюючих речовин по довжині р. Горинь від її витoku до гирла за період 2005-2013 рр.

Мінералізація у водах річки набувала максимальних значень у 2005 і 2013 рр. (452,5-554,0 мг/дм³ і 377,75-566,1 мг/дм³ відповідно), перевищувала ГДК у 1,3-1,9 рази.

Сульфати у поверхневих водах р. Горинь не перевищували ГДК за досліджуваний період на тих постах спостереження, що розташовані на території Хмельницької обл. і Острозького району Рівненської обл. Найбільше значення концентрації спостерігали у 2005 р. на межі з Хмельницькою областю і становило 48 мг/дм³, що у 3,5 рази більше, ніж у 2013 р. У пунктах спостереження нижче смт. Оржів і на кордоні з Білоруссю в 2005-2013 рр. перевищення ГДК було в 1,6-1,8 рази.

Концентрація **хлоридів** у воді р. Горинь перевищувала ГДК лише у 2005 р. на ділянках нижче м. Нетішин і смт Оржів. Найбільше значення спостерігали у 2012 р. у місці нижче смт. Оржів Рівненського району (29,21 мг/дм³), на кінець 2013 р. воно становило 11,7-23,1 мг/дм³.

Дослідження показали, що концентрація зависі перевищувала ГДК майже на всіх пунктах спостереження у 2005 і 2013 рр., крім ділянок нижче смт Оржів і в межах с. Висоцьк у 2013 р.

Кисневий режим р. Горинь оцінювали по **БСК₅**. По всіх пунктах спостереження практично в усі роки дослі-

дження наявним є перевищення ГДК у 1-7 разів. У воді р. Горинь виникла ситуація досягнення і перевищення граничної межі концентрації кисню 4 мг/дм³. Максимальне значення БСК₅ виявлене у 2013р. нижче м. Нетішин – 6,1 мгО₂/дм³. За весь період спостерігали тенденцію до збільшення вмісту кисню у воді, що в подальшому може призвести до інтенсифікації розвитку фітопланктону.

Концентрація *азоту амонійного* коливається в межах 0,02-1мгN/дм³. Загалом у більшій частині басейну річки для періоду 2005-2013рр. концентрація азоту амонійного перевищувала ГДК у 5-10 разів.

Максимальні значення концентрації *нітратів* були виявлені у 2005 р. нижче м. Нетішин – 7,94 мгN/дм³, що перевищує ГДК майже у 40 разів. Також нітрати присутні на межі Тернопільської і Хмельницької областей у 2013 р.- 3,91 мгN/дм³ (перевищення ГДК майже у 20 разів).

Вміст *нітритів* у поверхневих водах басейну р. Горинь найбільшим є на ділянці басейну річки, що розташована нижче скидів очисних споруд Оржівського ВУЖКГ (максимальне значення становить 3,2 мгN/дм³ у 2012 р., що у 1600 разів більше за ГДК). У 2013 р. концентрація на цій же ділянці становила 2,7 мгN/дм³ (перевищення ГДК 1350 разів). По всіх інших пунктах також спостерігали перевищення ГДК нітритів, яке коливається в межах 1,5-70 разів.

Токсичні речовини *фториди, залізо, мідь, цинк і марганець* знаходяться у поверхневих водах р. Горинь у межах норми.

Визначення мінімальних витрат (95 % забезпеченості) і максимальних витрат 5 % в р. Горинь проводили за допомогою побудови кривих розподілу мінімальних і максимальних витрат води (табл. 1).

Таблиця 1

Значення мінімальних витрат 95 % забезпеченості і максимальних витрат 5 % забезпеченості для р. Горинь, м³/с

Гідрологічні пости	Періоди		
	літньо-осіння межень	зимова межень	весняна повінь
Ямпіль	1,25	2,05	31,1
Оженін	5,4	6,7	132,0
Деражне	8,7	10,9	198,5

На основі значень концентрацій забруднюючих речовин і отриманих витрат води в основні фази водного режиму р. Горинь **розраховано маси виносу забруднюючих речовин** з басейну річки (порівняно у 2005 і 2013 рр. в основні фази водного режиму (рис. 1).

Аналіз отриманих результатів показав, що у літньо-осінню і зимову межень із басейну р. Горинь винос забруднюючих речовин був майже однаковим, дещо більші значення – для зимової межень. Весняна повінь характеризується великими значеннями мас виносу, оскільки для цього

періоду притаманні більші значення витрат води, ніж у періоди меженей.

Аналіз отриманих результатів показав, що у літньо-осінню і зимову

межені із басейну р. Горинь винос забруднюючих речовин був майже однаковим, дещо більші значення – для зимової межени.

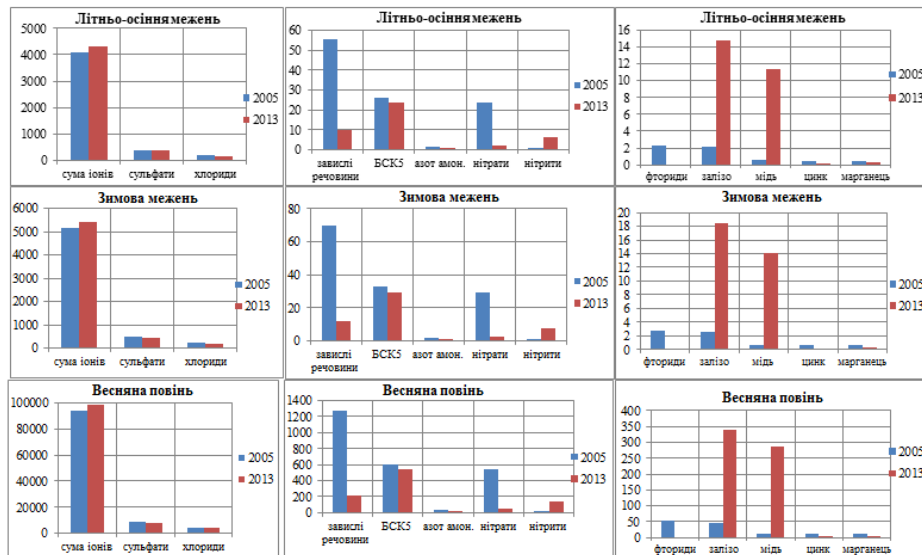


Рис. 1. Порівняння маси виносу забруднюючих речовин (г/с) з басейну р. Горинь в 2005 і 2013 рр. в основні фази водного режиму

Весняна повінь характеризується великими значеннями мас виносу, оскільки для цього періоду притаманні більші значення витрат води, ніж у періоди меженей.

За досліджуваний період з басейну р. Горинь її поверхневими водами найбільше було винесено іонів, сульфатів, завислих речовин, нітратів, заліза, міді.

Порівнюючи значення за 2013 р. із значеннями, що були у 2005 р., отримуємо наступне: у 2013 р. маса виносу *завислих речовин* була у 5,5 разів меншою, ніж у 2005 р., тобто у літньо-осінню межень – 9,57 г/с, зимову межень – 11,99 г/с, у весняну повінь – 218,35 г/с; *нітратів* – у 10 разів менше (2,18; 2,73; 49,63 г/с відповідно); *нітритів* було винесено у 9 разів бі-

льше; *фторидів* у 2013 р. взагалі не зафіксовано; маса виносу *заліза* у 2013 р. була у 8 разів більшою, ніж у 2005 р. (14,79; 18,53; 337,45 г/с відповідно); у 2013 р. із басейну було винесено у 22 рази більше *міді*, ніж у 2005 р. Маси виносу *іонів, хлоридів і сульфатів* майже однакові. Дещо менші значення мас виносу *азоту амонійного, цинку та марганцю*.

Дослідження якості поверхневих вод р. Горинь. Після проведення розрахунків якості води в р. Горинь по її довжині охарактеризується графіком (рис. 2). Аналіз свідчить, що в 2005 та 2013 рр. якість води майже в усіх пунктах спостереження була дуже поганою (VII-VIII категорії), а стан водного середовища – незадовільним. У пункті

спостереження нижче смт Оржів Рівненського району – дуже погана

якість води була протягом усього періоду спостережень.

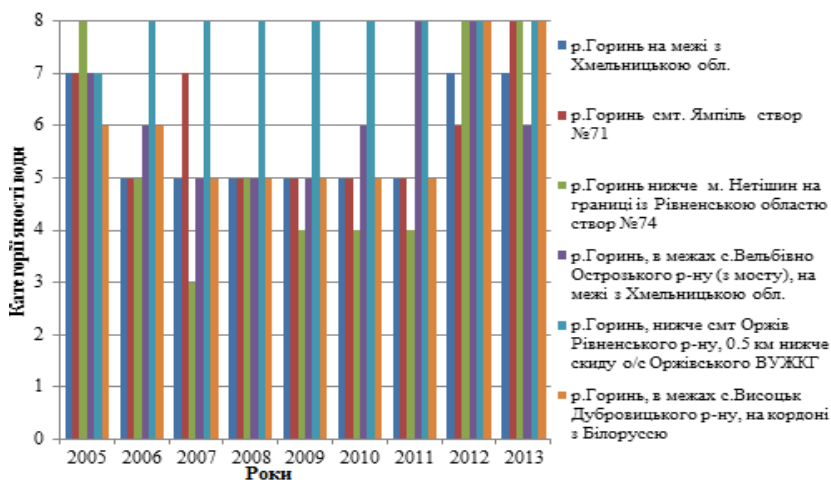


Рис. 2. Зміна якості води р. Горинь на досліджуваних гідрологічних постах

Якість води в р. Горинь формується під впливом трофосапробіологічного блоку – нітрати, нітри-ти, азот амонійний і БСК₅ та блоку специфічних показників токсичної і радіаційної дії: мідь, цинк, залізо і марганець.

Відомо, що азотовмісні речовини утворюються у воді внаслідок розкладання білкових сполук, що потрапляють в неї майже завжди зі стічними побутовими водами. Тому наявність у воді азотовмісних речовин свідчить про її забруднення стічними водами і за наявності великої площі сільськогосподарських угідь у басейні річки. Тобто, можна зробити висновок, що основним джерелом забруднення поверхневих вод є стічні води з с/г угідь, які містять значну кількість цих речовин.

Основним джерелом утворення найбільш небезпечних забруднюючих речовин, які можуть спричиня-

ти токсичну і радіаційну дію як на навколишнє середовище і здоров'я населення, є промислове виробництво: внаслідок виробництва солоду на Славутському заводі, азотних і фосфорних добрив на ПРАТ «РівнеАзот», обробки деревини в ТзОВ «ОДЕК Україна», коли виробничі стічні води приносять в річку мідь, цинк, залізо, марганець та інші речовини. Отже, стічні води промислових підприємств, що розташовані у басейні р. Горинь, завдають величезної шкоди екосистемі річки: забруднюють її, змінюють і погіршують якість її поверхневих вод, призводять до негативних і незворотних змін.

Висновки

Головну роль у формуванні гідрохімічного режиму поверхневих вод р. Горинь відіграє антропогенна складова – скид неочищених стічних вод

промисловості та комунальних господарств населених пунктів, поверхневий стік із сільськогосподарських угідь. У 2005 та 2013 рр. якість води р. Горинь майже в усіх пунктах спостереження була дуже поганою (VII-VIII категорії), а стан водного середовища – незадовільним. У пун-

кті спостереження нижче смт Оржів Рівненського району дуже погана якість води була протягом усього періоду спостережень. Основними показниками, що формують якість води р. Горинь, є нітрати, нітрити, азот амонійний, БСК₅, мідь, цинк, залізо і марганець.

Література

1. Статник І. І. Оцінка екологічного стану та розробка природоохоронних заходів для басейну р. Горинь: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / І. І. Статник. – Житомир, 2003. – 18 с.
2. Павловська Т. С. Річкова система Горині: структура, функціонування, управління: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: спец. 11.00.04 «Геоморфологія і палеогеографія» / Т. С. Павловська. – Львів, 2006. – 29 с.
3. Клименко М. О., Трушева С. С., Гроховська Ю. Р. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління). Том III: навчальний посібник. – Рівне, 2004.
4. Доповіді про стан навколишнього природного середовища в Рівненській, Хмельницькій, Тернопільській областях за 2005-2013 рр.
5. Екологічні паспорти Рівненської, Хмельницької, Тернопільської областей за 2005-2013 рр.
6. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В., Волкова Л. А. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління). Том II: навчальний посібник. – Рівне, 1999.
7. <http://uk.wikipedia.org>
8. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 448 с.

MODERN HYDROECOLOGICAL STATE OF HORDASHOVKA RESERVOIR OF THE HIRSKY TIKYCH RIVER

Mityay I., Khomych V., Demchenko V.

National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine
15, Heroyiv Oborony St., Kyiv, 03041
rectorat@nubip.edu.ua

Наведені результати досліджень гідрохімічного та гідробіологічного (фітопланктон, зоопланктон, бентос) режимів Гордашівського водосховища річки Гірський Тікич. За оцінкою виявлених показників зроблено висновок, що водойма відповідає рибогосподарським нормативам і може ефективно використовуватись у рибному господарстві. *Ключові слова:* гідрохімічний режим, фітопланктон, зоопланктон, бентос, Гордашівське водосховище, річка Гірський Тікич.

Современное гидроэкологическое состояние Гордашевского водохранилища реки Горный Тикич. Митяй И.С., Хомич В.В., Демченко В.А. Приведены результаты исследований гидрохимического и гидробиологического (фитопланктон, зоопланктон, бентос) режимов Гордашевского водохранилища реки Горный Тикич. По полученным данным сделан вывод, что водоем соответствует рыбохозяйственным нормативам и может эффективно использоваться в рыбохозяйственных целях. *Ключевые слова:* гидрохимический режим, фитопланктон, зоопланктон, бентос, Гордашевское водохранилище, река Горный Тикич.

Modern hydroecological state of Hordashovka reservoir of the Hirsky Tikych River. Mityay I., Khomych V., Demchenko V. Research results of hydrochemical and hydrobiological (phytoplankton, zooplankton, benthos) modes Hordashovka reservoir of the Hirsky Tikych River are presented. According to figures the studied reservoir corresponds to the fishery standards and can effectively be used in respect of fisheries. *Keywords:* hydrochemical regime, phytoplankton, zooplankton, benthos, Hordashovka reservoir, the Hirsky Tikych Rive.

In connection with the problem of energy supply in Ukraine over the past decade, the importance of recreating the mini-HPP on small rivers has become important. The process of creating reservoirs itself has a number of negative and positive changes, the values of which must be assessed on a case-by-case basis through in-depth comprehensive research. In preparing scientific recommendations, it is usually necessary to balance between the economic

necessity of the reservoir and the state of biodiversity. Small rivers are at the same time an integral part of shared water resources and are often the main and sometimes the only source of local water supply, a condition for the development of agriculture through watering and one of the options for providing the population with fish. At the same time, a construction of dams leads to a flooding of territories and drying up of small rivers below them, and due to insuffi-

ciently substantiated choice of a dam construction site, negative changes in aquatic ecosystems with loss of biodiversity, primarily an ichthyofauna of rivers, can occur. The complex nature of the use of reservoirs requires consideration of all variants of the impact of economic activity on a reservoir. In this case, the study of their hydroecological regime (hydrological, hydrochemical, hydrobiological regimes and the state of the ichthyofauna) is important and necessary, as it enables not only to reveal the present state of the reservoir, but also to predict the possible consequences of one or another influence on it. The purpose of the work was to study the hydroecological state of the Hordashovka reservoir of the Hirsky Tikych River are in connection with the restoration of the work of the same hydroelectric plant and to assess the prospects of its use for fishery.

Material and research methods. The hydroecological state of the reservoir was studied in June 2014 at 8 stations - from the headwaters to the dam of the Hordashovka HPP. The hydrochemical state of the water environment parameters was studied in accordance with generally accepted methods [1, 2]. Chemical analysis of water was carried out in the laboratory of the Department of Hydrochemistry of the Ukrainian Research Institute of Hydrometeorology of the Ministry of Emergency Situations of Ukraine.

Phytoplankton samples were collected according to known methods [3-5]. The species composition, number and biomass were determined by the employee of the Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Manturov O. Samples of zooplankton were selected by the Apstein mesh (No. 72), filtering 100 dm³ of water,

and macrozoobenthos samples by a sectional bottom grab with a gripping area of 100 cm² [6-8]. The processing of samples was carried out by the staff of the Department of General Zoology and Ichthyology, Demchenko L. and Degtyarenko O. Analysis of the ichthyofauna was carried out according to the results of hatching capturing with drag net by traditional methods [9]. Additional information was received from the local population and amateur fishermen.

Research results and their discussion. The Hordashovka reservoir was founded due to the construction of the same-name hydroelectric power station in the 50s of the last century, the resumption of which was held in 1998. The work of the hydroelectric power plant directly influences the hydrological regime of the river and indirectly - on the hydrochemical and hydrobiological regimes. Studying the degree of this impact will help to identify possible environmental risks in a timely manner and develop recommendations for their minimization or complete elimination. The study of these regimes yielded the following results.

The chemical composition of the water of the Hordashovka reservoir of the Hirsky Tikych River in June 2014 was characterized by the following chemical indicators (Table 1).

According to the hydrochemical parameters, the Hordashovka reservoir meets all the rules of the fishery and can be used for growing commercial fish.

The phytoplankton of the Hordashovka reservoir at the end of June 2014 was represented by 87 species of algae from eight divisions: Bacillariophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Cyanophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Xantophyta (Table 3).

Table 1

The chemical composition of water of the Hordashovka reservoir

Chemical indicators	Collecting points							
	1	2	3	4	5	6	7	8
pH	8,35	8,07	7,93	7,91	7,99	8,06	7,50	8,16
Mineralization	623,9	611,4	618,7	604,1	651,6	652,7	635,7	597,2
Hydrocarbonates, mg/l	414,8	396,5	457,5	402,6	420,9	390,5	408,7	396,5
Sulfates, mg/l	18,0	14,0	52,0	16,0	46,0	54,0	44,0	20,0
Chlorides, mg/l	53,25	49,7	37,28	44,38	39,05	53,3	39,05	40,83
Magnesium, mg/l	58,8	44,4	38,4	48,0	57,6	45,6	52,8	42,0
Calcium, mg/l	52,0	70,0	56,0	50,0	44,0	72,0	54,0	48,0
Hardness, mg equiv/l	7,5	7,2	8,0	6,5	7,0	7,4	7,1	5,9
Potassium, mg/l	9,0	15,6	12,5	12,9	14,7	12,5	12,4	16,61
Sodium, mg/l	18,03	31,2	25,04	25,89	29,39	25,0	24,8	33,22
Iron mg/l	0,02	0,02	0,05	0,02	0,04	0,02	0,05	0,01

Table 2

The content of biogenic elements of water in the Hordashovka reservoir

Indicator	Collecting points							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ammonium nitrogen, mgN/dm ³	0,129	0,12	0,14	0,013	0,11	0,12	0,06	0,024
Nitrogen nitride, mgN/dm ³	0,0	0,00	0,01	0,0	0,00	0,01	0,0	0,528
Nitrogen nitrate, mgN/dm ³	0,190	0,13	0,02	0,114	0,14	0,01	0,05	0,169
Mineral nitrogen, mgN/dm ³	0,319	0,14	0,13	0,127	0,2	0,14	0,11	0,721
Phosphates mP/dm ³	0,124	0,09	0,2	0,094	0,15	0,49	0,31	0,197
Manganese, mg/dm ³	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02

Table 3

Distribution of major groups of phytoplankton in the Hordashovka reservoir

Groups	Species	Number of cells	%	Mass	%
CYANOPHYTA	5	1731,7	25,1	0,0073	0,7
DINOPHYTA	2	13,3	0,2	0,042	4,2
CRYPTOPHYTA	2	40,0	0,6	0,0146	1,5
EUGLENOPHYTA	13	80,0	1,2	0,1727	17,2
CHLOROPHYCOPHYTA	36	4525,0	65,6	0,5074	50,6
CHRYSOPHYTA	1	108,3	1,6	0,0119	1,2
XANTHOPHYTA	1	1,7	0,0	0,0003	0,0
BACILLARIOPHYTA	27	395,0	5,7	0,246	24,6
SUM	87	6895,0	100	1,0026	100

By species composition, green and diatom algae (26 and 28 species) prevailed, in terms of quantitative indices, diatoms dominated. Throughout the reservoir one species - *Synodraatsus* dominated. At station No 1, 34 species of plankton algae from six groups were registered. The share of *Synedraacus* dominant in abundance and biomass was 70.5 and 60.2%, respectively. Phytoplankton at points at stations No. 2 and No. 3 was almost identical in species composition and quantitative indicators, but the number of species slightly increased compared to station No. 1, where representatives of *Isochrysis galbana* - *Synura* sp. and *Dinobryondivergens*. At station No 4, the number of species increased and one more dominant was noted - *Fragilariapinnata* (its share in number and biomass was 23.0 and 10.9% respectively). It is possible that this species was veheated at the bottom and in the points No. 1-3, and its appearance in the plankton test at station No. 4 is explained by hydrological conditions (low depth, wind blending). This assumption is confirmed by the presence of a significant number of periphytonic species (*Gomphonema* and *Cymbella* species) and coarse-shaped

bottom forms in this test. Euglenic species were represented in the reservoir in 9 species, but only single cells occurred. Green algae (mainly chlorococci) were varied (26 species), but at the time of sampling no significant quantitative indicators were achieved.

As part of the zooplankton of the Hordashovka reservoir, 46 species of the three main systematic groups have been registered: rotaria (*Rotatoria*), cluster (*Sladocera*) and copepoda (*Craetaeus*) (Table 4).

The main systematic group, dominant in species numbers, was rattles (29 species), which accounted for 58% of the total number of species (taxa). Gilastovus crustaceans were represented by 6 species. Vessel-like crustaceans comprised 11 species. Background species in large numbers were found in all samples, were rotifers *Euchlanisdilatata*, representatives of the Brachionidae family - *Brachionusdiversicornis*, *B. angularis*, *B. quadridentatus*, and also the branchy fours *Chydorussphaericus*, *Daphnialongispina* and Copepods *Thermocycloпсоithonoides*. The number of species in the samples varied from 23 to 28. The dominant groups in terms of number were the pyloric rocks and

veslonogy crustaceans, and for biomass ment of the larvae and young and
- veslonogi due to the mass develop- branchedvovaya crustaceans.

Table 4

**The number (thousand copies / m3) and biomass (g / m3)
of the zooplankton of the Hordashovka reservoir**

Samples	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Total
1-2	$\frac{15,22}{0,01}$	$\frac{1,33}{0,01}$	$\frac{0,36}{0,02}$	$\frac{16,91}{0,04}$
3-4	$\frac{78,07}{0,29}$	$\frac{34,70}{0,45}$	$\frac{1,96}{0,12}$	$\frac{114,73}{0,56}$
5-6	$\frac{93,05}{0,20}$	$\frac{102,14}{0,30}$	$\frac{0,59}{0,16}$	$\frac{195,78}{0,66}$
7-8	$\frac{2,38}{0,01}$	$\frac{2,90}{0,03}$	$\frac{4,98}{0,14}$	$\frac{10,26}{0,17}$

In the zoobenthos species composition 42 species were found: flat worms (Turbellaria) and roundworms (Nematodes) were represented by 1 species each; 3 species of oligochaeta (Oligochaeta) 3 species of leeches (Hirudinea) isopods crustaceans (Isopoda) -1 species; class insects, which included rows of grandmother (Odonata) freckles (Plecoptera) and semisweet or bug

(Heteroptera) had 1 species; larvae of beetles (Coleoptera) numbered 3 species; 2 species of chironomids (Diptera), 25 species of mollusks (MOLLUSCA), of which 20 are (Gastropoda) and 5 are bivalves (Bivalvia). Among taxonomic groups in the group as a whole the leading role was played by mollusks and chironomidnogo-oligoacet complex, accounting for 64% (Table 5).

Table 5

The number and biomass of the main groups of zoobenthos

Taxons	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
Oligochaetes	$\frac{76}{0,069}$	$\frac{144}{0,153}$	$\frac{184}{0,191}$	$\frac{136}{0,128}$	$\frac{110}{0,096}$	$\frac{203}{0,215}$	$\frac{181}{0,178}$	$\frac{216}{0,211}$
Larvae of dragonflies and plecoptera	$\frac{52}{0,709}$	$\frac{21}{0,415}$	$\frac{28}{0,633}$	$\frac{72}{1,109}$	$\frac{69}{1,084}$	$\frac{84}{1,214}$	$\frac{78}{1,152}$	$\frac{46}{0,688}$
Chironomydy	$\frac{160}{0,954}$	$\frac{67}{0,371}$	$\frac{228}{1,544}$	$\frac{541}{5,238}$	$\frac{506}{4,534}$	$\frac{560}{5,254}$	$\frac{488}{4,370}$	$\frac{510}{4,853}$
Molluscs	$\frac{81}{24,95}$	$\frac{112}{31,15}$	$\frac{61}{19,32}$	$\frac{427}{24,95}$	$\frac{674}{58,15}$	$\frac{881}{58,95}$	$\frac{694}{61,15}$	$\frac{908}{74,95}$
Total	$\frac{369}{26,68}$	$\frac{344}{32,09}$	$\frac{501}{20,15}$	$\frac{1176}{31,43}$	$\frac{1359}{63,87}$	$\frac{1728}{65,63}$	$\frac{1441}{66,85}$	$\frac{1680}{80,70}$

The dominant set of species at all stations was formed by 8 species, among which the densities in the water body as a whole were the largest oligochaetes and chironomids and less molluscs, while for biomass the dominant group was molluscs.

According to the local residents, the ichthyofauna of the Hirsky Tikych River was very poor since the channel was deep and often dried up in the summer. After filling the reservoir, the species composition of the fish gradually increased, and in June 2014 we registered 19 species: *Cyprinus carpio* - carp, *Carassius auratus* - crucian, *Tinca tinca* - common roach, *Rutilus rutilus* - common roach, *Scardinius erythrophthalmus* - raspberd, *Alburnus alburnus* - vetch, *Blicca bjoerkna* - silver bream, *Abramis brama* - bream common, *Hypophthalmichthys molitrix* - white carp, *Rhodeus amarus* - gorchak, *Pseu-*

doras boraparva - Amur chub, *Gobio gobio* - common minnow, *Cobitistaenia (sl)* - earwig, *Esox lucius* - pike, *Sander lucioperca* - pike perch, *Percfluviatilis* - perch, *Lepomis gibbosus* - sun perch, *Ctenopharygodonidella* - Chinese carp, *Aristichthys nobilis* - bighead.

Conclusions

The Hirsky Tikych River before the creation of the reservoir was characterized by a slight watercourse with drying of the riverbed during the dry period. Potential fishery value it received due to the constructed reservoir and the stabilization of the hydrochemical and hydrobiological regimes. Improvement of the state of the ichthyofauna of the Hordashovka reservoir is possible with intensification of fish protection, carrying out of ribomeliorative measures and reproduction of fish stocks due to the organization of fish-breeding enterprises.

References

1. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.А. Дяченко та ін. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
2. Справочник гидрохимика: рыбное хозяйство / А.И. Агатова, Н.В. Аржанова, С.С. Владимирский и др. – М.: Агропромиздат, 1991. – 223 с.
3. Гусева К.А. К методике учета фитопланктона / К.А. Гусева // Тр. ин-та биол. вдр. – 1959. – Т. 2. – С. 44–51.
4. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования / В.И. Жадин. – М.: Высш. шк., 1960. – 190 с.
5. Матвиенко О.М. Определитель пресноводных водорослей Украинской ССР / О.М. Матвиенко, Т.В. Догадина – Киев: Наук. думка, 1970. – 730 с.
6. Харченко Т.А. К методикам изучения бентоса / Т.А. Харченко, А.В. Ляшенко, С.Е. Бойко // Гидробиол. журн. – 1988. – Т. 24, № 5. – С. 76–81.
7. Старобогатов Я.И. Моллюски / Я.И. Старобогатов, Л.А. Прозорова, В.В. Богатов, Е.М. Саенко // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – СПб.: Наука, 2004. – Т. 6. Моллюски, полихеты, немертины. – С. 9–491.
8. Старобогатов Я.И. Класс двустворчатые моллюски Bivalvia. Класс брюхоногие моллюски Gastropoda / Я.И. Старобогатов // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (под ред. Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатова). – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – С. 123–174.
9. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.

ДИНАМІКА НАДЗЕМНОЇ ФІТОМАСИ ПІД ЧАС АВТОГЕННИХ СУКЦЕСІЙ НА ПЕРЕЛОГАХ ДЛЯ ТЕРИТОРІЇ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ

Хомяк І.В.

Житомирський державний університет імені Івана Франка,
вул. Велика Бердичівська 40, 10008, м Житомир
ecosystem_lab@ukr.net

На основі результатів досліджень надземної фітомаси на перелогах в межах Правобережного Полісся було побудовано математичну модель вторинної автогенної сукцесії на ранніх етапах саморозвитку екосистеми. Наведено емпіричне підтвердження гіпотези Р.Ліндемана, визначено логарифмічну закономірність темпів зростання фітомаси та вплив антропогенного фактора на перебіг автогенних сукцесій. *Ключові слова:* екосистема, динаміка, надземна фітомаса, перелоги, автогенна сукцесія.

Динамика надземной фитомассы во время автогенных сукцессий на залежах на территории Правобережного Полесья. Хомяк И.В. На основе результатов исследований надземной фитомассы на залежах в пределах Правобережного Полесья было построена математическая модель вторичной автогенной сукцессии на ранних этапах саморазвития экосистемы. Приведено эмпирическое подтверждение гипотезы Р.Линдемана, определены логарифмическая закономерность темпов роста фитомассы и влияние антропогенного фактора на ход автогенных сукцессий. *Ключевые слова:* экосистема, динамика, надземная фитомасса, залежи, автогенная сукцессия.

The dynamics of aboveground phytomass during the autogenic succession on fallow for the territory Right-Bank Polissya. Khomyak I. Mathematical model of secondary autogenic succession built on the basis of the dynamics of aboveground phytomass in fallow within the Right-Bank Polissya. Shows the empirical proof of the hypothesis R. Lindemana and explained logarithmic dependence of the growth rate of phytomass. We determined the impact of anthropogenic factors on the course of autogenic succession. *Keywords:* ecosystem, dynamics, aboveground phytomass, fallow, autogenic succession.

Ефективність прикладної екології напряму залежить від уміння будувати моделі процесів, які відбуваються в екосистемах, та від точності прогнозів, побудованих на цих моделях. Ключовими теоріями екосистемології як розділу екології, що вимагають моделювання, є класифікація екосистем, їхня стійкість, екосозологічна чи експлуатаційна цінність і динаміка.

Ці теорії міцно пов'язані між собою. Наприклад, класифікація екосистем найчастіше будується на основі характеристики чинників середовища і показників динаміки, стійкість залежить від динаміки, а цінність - від стійкості [1, 2].

Національним планом з охорони навколишнього природного середовища України на період 2011-2015

років передбачено зменшення площ орних земель на 5-10%, а важливою задачею екологів - прогнозування змін на цих територіях. Оскільки екосистема – це відкрита самоорганізована система з специфічним обігом речовини та енергії, то визначення її енергетичних параметрів є актуальною задачею, а найбільш інформативною і доступною для дослідження термодинамічною характеристикою є зміна надземної фітомаси [3].

За гіпотезою Р.Ліндемана (1942), енергія в екосистемі в процесі сукцесії буде накопичуватися аж до досягнення клімаксічного стану [4]. Вважають, що ця енергія поділяється на два потоки: один рухається через трофічні ланцюги екологічної піраміди енергій, а інший накопичується в фітомасі. Перший потік енергії завжди наближений до 10% від зафіксованої продуцентами. Він зростає або знижується лише залежно від продуктивності автотрофів і є у пропорційному відношенні константою. Другий потік акумулюється в фітомасі багаторічних рослин. Інтуїтивно або із окремого досвіду ми розуміємо, що під час сукцесійного процесу кількість накопиченої енергії зростає. Адже, загалом відомо, що під час автогенних сукцесій угруповання однорічників змінюються дво- і багаторічниками, потім формуються ліси, в яких кількість деревини, за таксаційними дослідженнями, зростає з часом [5, 6, 7, 8, 9]. Важливими питаннями є пропорційна відповідність накопиченню надземної фітомаси і сукцесійному процесу, а також пошук зручного ефективного методу оцінки динамічного стану екосистем [1, 2].

Матеріалами дослідження є геоботанічні описи та виміри фітомаси по 8 дослідницьких стаціонарах у межах Правобережного Полісся (2005-2014 роки). Це рівнинні ділянки з подібними едафічними, ореографічними та мікрокліматичними умовами, на яких у 2004 році було припинено обробіток ґрунту. Кожен стаціонар був розбитий на 10 однорідних (за геоботанічними описами) пробних площ, на яких щороку проводились дослідження фітомаси однієї ділянки. Надземну фітомасу для трав'янистої рослинності виміряли укісним методом, для деревної - стандартними лісотаксаційними методами [10, 11].

Було проведено фітоіндикаційний аналіз умов середовища для застереження впливу різниці екологічних чинників на величину фітомаси. Геоботанічні описи обробляли за програмою Simargl 1.12 [12, 13]. Показники екологічних факторів вимірювалися в балах за уніфікованою фітоіндикаційною шкалою Дідуха-Плюти (1994 р.) на основі бази даних «Eco-DBase 5c» [14, 15].

Результати досліджень

Дослідження показали, що на всіх дослідних ділянках спостерігалось зростання запасів надземної фітомаси (табл. 1), однак, темпи її приросту у різні періоди часу і на різних ділянках певною мірою відрізняються (рис. 1). Це може вказувати на різні темпи вторинної автогенної сукцесії, оскільки, за результатами фітоіндикації, стартові умови середовища не відхилялися більше ніж на 5%, а причини різних темпів розвитку пов'язані із зовнішніми впливами. Насамперед, це ймовірний антропо-

генний вплив (сліди витоптування й нерегулярного випасу домашніх тварин) та наявність у ґрунті або зане-

сення із сусідніх територій насіння рослин, які характерні для наступних стадій сукцесії.

Таблиця 1

Показники надземної фітомаси на стаціонарах від 2005 до 2014 роки

№ ділянки	Роки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8,30	9,97	13,80	15,60	18,90	20,25	20,63	21,17	21,36	21,51
2	5,65	9,09	15,16	18,13	25,93	33,65	37,50	44,29	46,69	48,00
3	9,19	11,17	18,08	18,83	20,27	20,36	24,84	28,00	28,41	31,70
4	8,73	11,17	20,23	21,53	40,52	42,72	45,39	46,59	53,43	55,25
5	6,18	15,47	19,95	20,60	26,83	27,95	29,22	36,04	36,17	36,53
6	8,22	14,77	18,00	19,83	19,93	21,52	21,52	21,55	21,80	21,48
7	12,87	16,48	23,05	23,76	33,33	41,02	45,12	48,01	48,02	48,28
8	5,47	15,59	16,80	19,26	21,39	38,81	42,58	45,38	47,30	50,89
У середньому	7,29	11,74	16,45	17,95	23,57	28,03	30,42	33,22	34,69	35,96

Частина досліджуваних ділянок мала досить високі темпи накопичення надземної фітомаси (ряди 2, 4, 7, 8). На цій території були найнижчі показники антропогенної трансфор-

мації і швидке заселення фанерофітами. Деякі ділянки практично припинили збільшення кількості фітомаси (ряди 3, 6). Тут відмічаються сліди випасання тварин та рекреації.

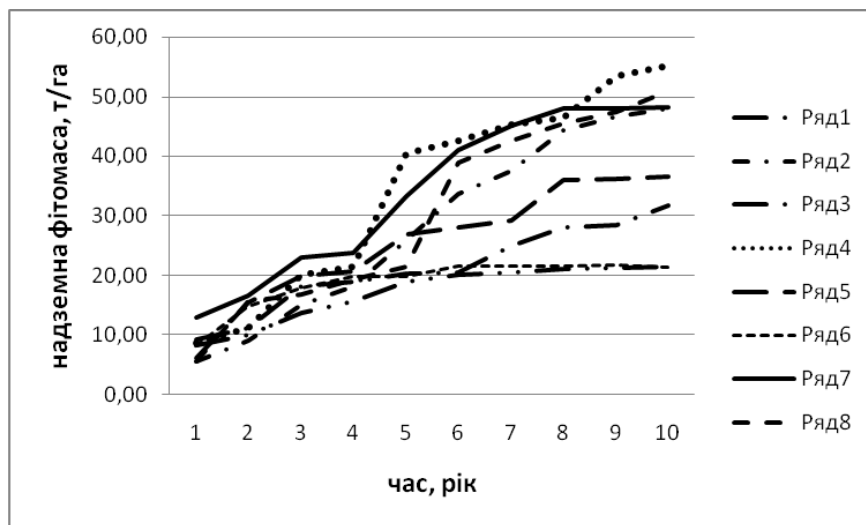


Рис. 1. Графік зміни надземної фітомаси на стаціонарах

Перші чотири роки показники кількості надземної фітомаси майже не відрізняються, а показники дисперсії (σ^2) коливаються в межах 0,12-0,87 (рис. 2). З п'ятого року досліджень дисперсія різко зростає від 2,7 (п'ятий рік) до 26,1 (десятий рік). Темпи приросту дисперсії в цей період коливаються від 2,03 (п'ятий рік в порівняно з четвертим) до 6,18 (восьмий рік - із сьомим). В середньому вони зростають на 4,23 одиниці щороку.

Це може бути зумовлено кількома причинами, однією з яких є утворення на початку вторинної автогенної сукцесії на стійких перелогах до рекреації та випасання тварин на еугемеробних рослинних угрупованнях *Convolvulo-Agrophyretum repentis* Felföldy 1943 (тут і далі рослини угруповання класифіковано за принципами Браун Бланке) [16].

З ходом розвитку екосистеми це угруповання починає замінюватися лучною рослинністю, яка гірше переносить антропогенний тиск. Це може призвести до пасовищної дегресії із формуванням низькопродуктивної рослинності *com. Trifolium repens-Festuca pratensis*, а під рекреаційним тиском - до утворення асоціацій рослинності *Lolio-Plantaginetum majoris* Br.-Bl. 1930, *Poetum annuae* Gams 1927, *Prunello-Plantaginetum* Faliński 1963, *Festuco pratensis-Plantaginetum* Balserc et Pawlak 2000.

Отже, антропогенний фактор сповільнює накопичення фітомаси, а між цими показниками чітко виражена обернена лінійна залежність (рис. 3). Показник достовірності апроксимації такої залежності дорівнює 0,8574 з показниками кореляції 0,93.

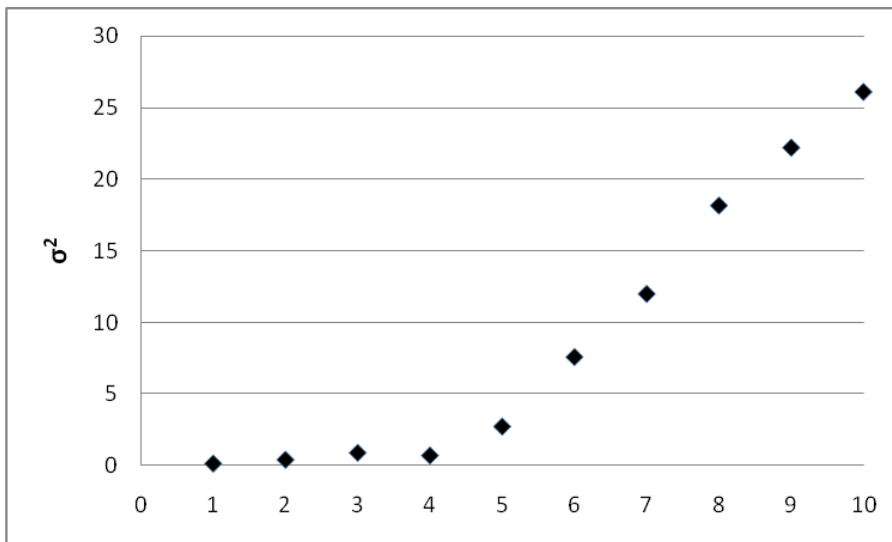


Рис. 2. Дисперсія запасів надземної фітомаси у різні роки досліджень

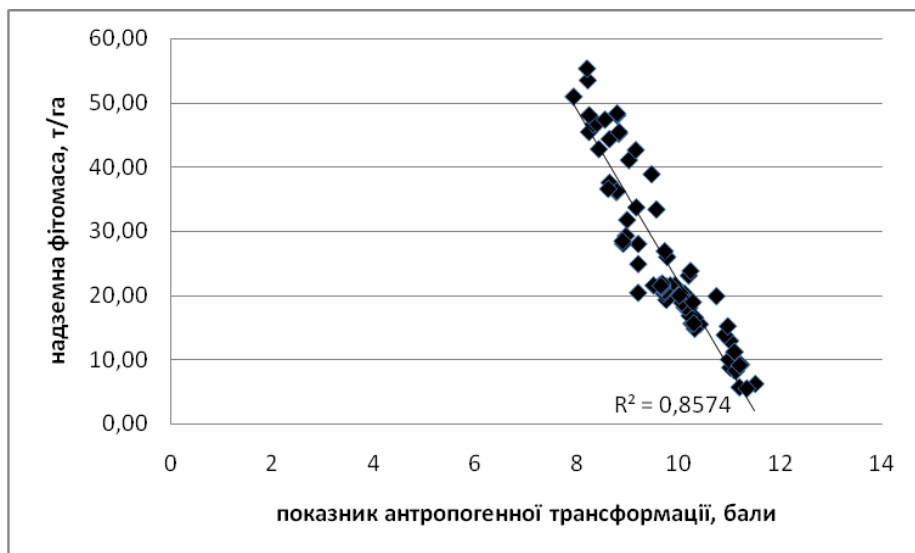


Рис. 3. Співвідношення між показником антропогенної трансформації та запасами надземної фітомаси

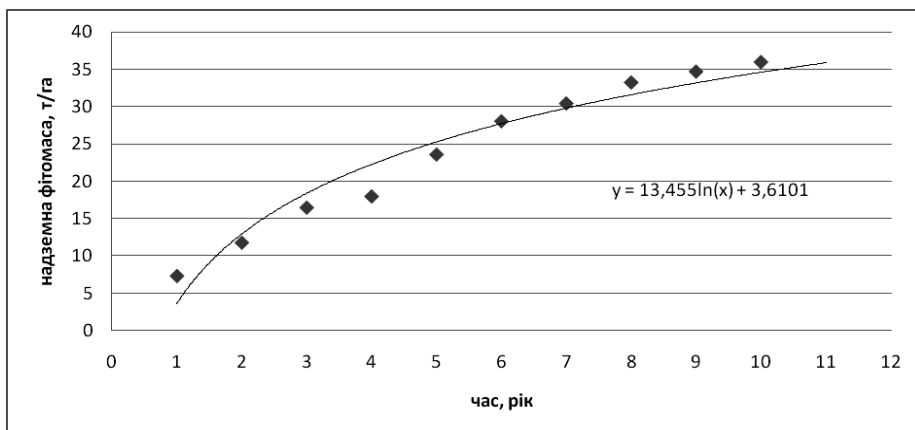


Рис. 4. Логарифмічна крива зміни надземної фітомаси під час автогенних сукцесій на перелогах

Попри на зростання дисперсії показників величини надземної фітомаси, можна побудувати узагальнюючий графік, який свідчить про чітку математичну закономірність (рис. 4). У першому наближенні зміни фіто-

маси апроксимовані логарифмічною кривою. Ця емпірична модель має дуже великі значення достовірності апроксимації (0,9485) і коефіцієнта кореляції (0,97), що свідчить про високий ступінь відповідності реаль-

ним процесам. Саме логарифмічна закономірність процесу зростання кількості надземної фітомаси виглядає найбільш логічною, з позицій практичних спостережень, адже на ранніх стадіях вторинної сукцесії відбувається найбільш інтенсивний приріст біомаси, який сповільнюється з часом і майже припиняється з наближенням до клімаксічного стану [17].

Оскільки ми розглядаємо лише початкову стадію саморозвитку екосистем на перелогах, а Г.О. Хаурдінова - період за 100 років, то у нас усі процеси відбуваються без створення насаджень людиною, а у наведеного автора людиною зроблені штучні насадження, отже ці емпіричні дані дещо відрізнятимуться при збереженні загальної закономірності. Так, у нас коефіцієнт регресії $b=13,4551$ т/га у рік, а у штучних лісових насадженнях $b=93,1$ т/га у рік. Коефіцієнти регресії «а» майже рівні 3,6101 т/га у рік і 3,4 т/га у рік відповідно. Через те, що обидва дослідження розглядають лише окремі випадки автогенних сукцесій на перелогах, то коефіцієнти можуть різнитися між собою і залежати від загальної закономірності для вторинних автогенних сукцесій.

Висновки

Логарифмічна залежність від високих показників достовірності апроксимації та коефіцієнта кореляції дозволяє будувати надійну математичну модель для динаміки екосистем на перших стадіях вторинних сукцесій на перелогах. Для побудови більш точної й загальної моделі необхідно об'єднати дані, які включатимуть весь можливий спектр автогенних сукцесій від їхнього старту і до утворення клімаксічних екосистем. Саме така інтеграція даних є перспективною для подальших досліджень.

Побудова математичної моделі на основі зміни надземної фітомаси дає змогу визначати положення конкретної екосистеми в сукцесійному ряду та прогнозувати її подальший розвиток, зміни під дією зовнішніх факторів, вплив умов середовища на темп і перебіг сукцесії. Об'єднання досліджень зміни надземної фітомаси із флористичними та фітосоціологічними дозволить визначати динамічний стан екосистеми безконтактним фітоіндикаційним шляхом. Для цього слід розбити ряд на рівні проміжки і встановити наявність у них видів індикаторів, а також побудувати фітоіндикаційну шкалу.

Література

1. Мазур Г.В., Хом'як І.В. Нові підходи до фітоіндикаційної оцінки ступеня трансформації екосистем. // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир, 2011. – С. 92.
2. Хом'як І.В. Фітоіндикаційний аналіз ступеня трансформації екосистем Центрального Полісся // Питання біоіндикації та екології. – 2012. Вип. 17, №1. С. 3-11
3. Дідух Я.П., Лисенко Г. Проблеми термодинамічного оцінювання структури та організації екосистем. Вісн. НАН України, 2010, № 5. С. 16–27.
4. Lindeman R. The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology / R. Findeman // Ecology. – 1942. – V. 23, № 4. – P. 399–417.
5. Лакида П.І. Фітомаса лісів України: [монографія] / П.І. Лакида. – Тернопіль : Збруч, 2001. – 256 с.
6. Титлянова А.А., Афанасьев Н.А., Наумова Н.Б и др. Сукцессии и биологический круговорот. Новосибирск: ВС "Наука". Сибирская издательская фирма, 1993. – 157 с.

7. Connel J.H., Slatyer R.O., Mechanisms of succession in natural and their role in community stability and organization // Amer. Naturalist. – 1977. Vol. 3, № 982. – P. 1119–1144.
8. Robert Van Hulst. Vegetation dynamics or ecosystem dynamics: Dynamic sufficiency in succession theory. Vegetatio December 1980, Volume 43, Issue 1-2, pp147-151.
9. Shugart H. H.A Theory of Forest Dynamics. The Ecological Implications of Forest Succession Models. New York: Springer. 278 pp.
10. Родин Л.К., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л.: Наука, 1967. – 145 с.
11. Уткин А.И. Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты) // Лесоведение и лесоводство: Итоги науки и техники. М.:ВИНИТИ 1975. – Т. 1. – С. 9-189.
12. Хом'як І.В., Хом'як Д.І. Нова програма екосистемологічного моніторингу «Simargl» // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир. Вид-во ЖДТУ, 2012. –С. 76.
13. Хом'як І.В. Фітоіндикаційна характеристика трансформації рослинних угруповань відновлюваної рослинності Центрального Полісся. // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. 2012. Вип. 5 (24). С. 58-65.
14. Дідух Я.П. Фітоіндикація екологічних факторів / Я.П. Дідух, П.Г. Плюта. – Київ, 1994. – 280 с.
15. Екофлора України. Т. 1–3. / [за ред. Я.П. Дідух]. – К. : Фітосоціоцентр, 2000–2004.
16. Westhoff V, Maarel E. van der. The Braun-Blanquet approach // Handbook of Vegetation Science. Part V: Ordination and Classification of Vegetation /Ed. By R.H. Whittaker. – The Hague, 1973. – P. 619-726.
17. Clements, Frederic E. Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation / Frederic E. Clements. – Washington D.C. : Carnegie Institution of Washington. – 1916.
18. Волошин М.І. Динаміка сукцесії в лісових насадженнях / М.І. Волошин, М.Д. Кучма, Г.О. Хаурдінова, В.В. Мороз // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки № 63. – Вінниця, 2012. – Вип. 4. – С. 162–169.
19. Хаурдінова Г.О. Екологічні особливості сукцесії у соснових насадженнях на староорних землях / Г.О. Хаурдінова // Агроекологічний журнал. – 2010. – № 1. – С. 79–81.

ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНИЙ ФАКТОР ЯК РЕГУЛЯТОР ГІДРОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДОТОКУ (НА ПРИКЛАДІ Р. МОЛОЧНА)

Вознюк Н.М., Скиба В.П.

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

Досліджено причинно-наслідкові зв'язки кліматичного фактора та природні умови формування річкової мережі в контексті несталості гідрологічних показників водної екосистеми. *Ключові слова:* гідроекологічний режим, екологічно-необхідні витрати води, кліматичні фактори.

Природно-климатический фактор как регулятор гидрологического состояния водного объекта (на примере р.Молочная). Вознюк Н.М., Скиба В.П. Исследованы причинно-следственные связи климатического фактора и природных условий формирования речной сети в контексте неустойчивости гидрологических показателей водной экосистемы. *Ключевые слова:* гидроэкологический режим, экологически необходимые расходы воды, климатические факторы.

Native climatic factor as a regulator of the hydrological condition of the aquatic unit (Molochnaya river as an example). Voznyuk N., Skiba V. Research of causal connections of climatic factors and natural conditions of the formation of a river network in the context of the instability of hydrological indicators of aquatic ecosystem. *Keywords:* hydroecological regime, ecologically-necessary water consumption, climatic factors.

Кожна гідроекологічна система має свої особливості природного формування, які комплексно складаються з багатьох взаємопов'язаних між собою процесів: природно-кліматичних, геологічних, ґрунтоутворюючих тощо. Для з'ясування впливу антропогенного фактора на екологічний стан водного об'єкту необхідно розглянути кожну складову та встановити причинні зв'язки «природний процес – вплив природних та антропогенних чинників – наслідки». На прикладі басейну річки Молочна розглянуто гідрологічну підсистему та зміну її основних пока-

зників за певні проміжки часу, проаналізуємо фактори природного середовища та антропогенної діяльності, які напряму впливають на формування гідроекологічного режиму річки.

Загальна характеристика природно-кліматичних умов басейну річки Молочна

Річка Молочна територіально розташована на півдні Запорізької області, протікає територією Мелітопольського, Токмацького та Чернігівського районів, бере початок на Приазов-

ській височині на висоті 204 м над рівнем моря. Русло річки протяжністю 197 км знижується у південно-західному напрямку і впадає у Молочний лиман, який з часом відокремився від Азовського моря вузьким піщаним пересипом. [1].

Басейн річки знаходиться в степовій засушливій кліматичній зоні з недостатнім рівнем забезпеченості поверхневими водними ресурсами. Умовна межа, яка розподіляє степову зону на агро-кліматичні підзони південний та північний степ проходить по лінії м. Мелітополь. Середня багаторічна температура повітря становить $9,4^{\circ}\text{C}$. Найхолодніший місяць року – січень, середньодобова температура – $-4,0^{\circ}\text{C}$. Весняний період року здебільшого характеризується різким підвищенням температури та відлигою, що прямопропорційно відповідає повеневому періоду у гідрологічному режимі місцевих річок. Протяжність безморозного періоду 184 дні.

Річна динаміка відносної вологості має мінімум у липні та максимум у грудні. Відносна вологість повітря у літні місяці часто знижується до 30% і менше, наприклад, у липні-серпні днів з такою вологістю більше 10, що свідчить про значний повтор засушливих днів на цій території.

Річна кількість опадів за даними багаторічних спостережень, становить 430 мм за рік. Найбільша кількість опадів випадає у червні, найменша – весною, у березні.

На території басейну річки Молочна переважаючими напрямками вітру є східний та північно-східний. Середньорічна швидкість вітру 3,7 м/с, причому середньомісячна швидкість вітру в березні сягає 4,8 м/с і до вересня знижується до 2,7 м/с.

Щорічне аномальне підвищення температури атмосферного повітря, притаманність постійних вітрів на усій водозбірній ділянці річки Молочна разом з притоками призводить до значного випаровування з водної поверхні річок, особливо ця інтенсивність підвищується на мілководді. Середні багаторічні об'єми води, що випаровуються з водної поверхні басейну, становлять не менше 425 мм. [2,3]

Верхня та середня частини басейну розташовані у південно-західній і західній окраїнах Приазовської височини, для якої характерний рівнинний степ з окремими ізольованими гранітно-гнейсовими останцями. Понижена частина басейну розташована у східній частині Причорноморсько-Азовської низовини, яка визначається плоско-рівнинним рельєфом, малою розчленованістю, річковою ерозією та багатьма блюдцями і подами.

За формою рельєфу водозбірна територія річки належить до Приазовської вододільної структурно-денудаційної розчленованої рівнини, яка підстелена докембрійськими кристалічними породами, сама долина річки являє собою ерозійно-аккумулятивне утворення. Головною рисою рельєфу є успадованість сучасною поверхнею основних форм похованої покрівлі докембрійського фундаменту, який має досить різкий схил, крутизна якого збільшується з півночі на південь у напрямку до Азовського моря. [4]

Підземні водоносні горизонти приурочені до всіх стратиграфічних комплексів і підрозділів. Потужність водовміщуючих порід коливається в межах 8,0 – 15,0 м, а місяцями і пепе-

рвищує 15 м. Глибина залягання ґрунтових вод знаходиться приблизно на рівні води в руслі річки. За хімічним складом ґрунтові води солоні через високу мінералізацію. Сухий залишок коливається в межах 3372 – 18822 мг/дм³ [5,6].

Геоструктурно територія долини річки приурочена до східної частини Причорноморської западини, представленої значною товщею осадових порід. Кристалічні породи глибоко занурюються в напрямку Азовського моря і в зоні м. Мелітополь залягають на глибині більше 500 м. Найбільш давніми осадовими породами тут є крейдові породи, представлені пісками, мергелями та піщаниками. Сучасні алювіальні відклади, які складають заплаву р. Молочна, представлені суглинками важкими в північній частині та середніми – в центральній та південній частинах долини річки, пісками з лінзами та прошарками глин потужністю 0,5-3,0 м. Підруслові відкладення представлені мулом, замуленими суглинками та пісками. Товща алювіальних сучасних відкладень сягає 8-15 м.

Ґрунтовий покрив басейну Молочної різноманітний та неоднорідний. Для рівнинних плато характерні 4 різні горизонти лесових ґрунтів. Нижній горизонт дуже щільний, глинистий, червоно-бурого кольору, другий – коричнево-бурий, важкосуглинистий. Терасові леси, до яких належать два останні горизонти, відрізняються більш легким механічним складом та меншою потужністю. Характерною особливістю місцевих лесів є засоленість розчинними у воді солями, а також гіпсами й карбонатами магнію та кальцію.

Північно-східна частина території зайнята потужними звичайними ма-логумусними чорноземами. Їх потужність сягає 80 – 100 см. Далі на південь, уздовж узбережжя Азовського моря, поширені чорноземи південні з невисоким вмістом гумусу. Темно-каштанові ґрунти залягають ще південніше. На кордоні з південними чорноземами вони утворюють перехідну смугу шириною близько 20-30 км з комплексним ґрунтовим покривом. Каштанові ґрунти невеликими масивами з'являються ближче до північного сходу від Молочного лиману. Лучно-чорноземні ґрунти розвинені в заплавах річок та долинах балок. Солонці зустрічаються на схилах подів південної експозиції [7].

Причинно-наслідкові зв'язки зміни кліматичних умов та гідрологічної сталості водного об'єкту

Загальна характеристика гідрологічного режиму річки Молочна. Гідросистема річки Молочна у її верхів'ях складається з 16 джерел, 14 з яких знаходиться на території села Верхній Токмак. Найдовші витoki беруть початок у балках Довгій та Нечаєвій, один з найбільш гідрологічно-сталих джерел – струмок Заячий, який протікає по однойменній балці.

Річка бере початок у межах Приазовської височини на висоті 204 м над рівнем моря. Абсолютні відмітки горизонту води у прилиманній зоні коливаються від + 0,15 до – 0,3 м. Водозбірна площа річки становить 3450 км². Середній ухил річки – 0,4‰, в нижній течії – 0,2‰.

Ріки регіону живляться талими або дощовими водами залежно від

водності року. Зокрема, стік весняної повені у багатоводні роки становить близько 60 – 70 % річного стоку, в середньо- та маловодні роки знижується до 40- 50%. Рівні підйому води р. Молочна під час повеней досягають 2 – 5 м, під час відлиги формуються зимові повені. Через своє географічне положення та надзвичайно велике водоспоживання регіон відчуває гостру нестачу у поверхневих водних ресурсах. Підвищена водність літньо-осінньої межені зумовлена великою кількістю опадів теплої періоду, що часто випадають у вигляді злив, подібних до повеней. Цьому сприяють і значні нахили місцевості і досить глибоке розчленування рельєфу Приазовської височини. Річкам степової частини, живлення яких відбувається із малопомітних водонесних горизонтів, властива невелика водність. Річкова сітка добре розвинута. Коефіцієнт щільності річкової сітки з урахуванням річок довжиною більше 10 км складає 0,16, а з урахуванням річок довжиною менше 10 км – 0,21.

Долина річки в межах Приазовської височини має частіше всього неявно виражену V-подібну форму; починаючи з відрогів височини та перетинаючи Причорноморсько-Азовську низовину долина річки приймає трапецеїдальну форму з шириною від 3,0 до 5,0 км. Майже по всій протяжності річки Молочна переважає правий схил з висотами 30-50 м і біля гирла висоти зменшуються до 20 м. Лівий схил річки не перевищує 10-20 м.

У цілому заплава річки Молочна суха, переважно двостороння з шириною 600-800 м. Поверхня заплави досить рівна, слабо розчленована старицями та улоговинами. Висота над рівнем води – від 0,3 до 2,1 м. При проходженні паводку заплава затоплюється в залежності від забезпеченості витрат, що проходять по руслу. Майже вся заплава заросла очеретом, не залісена, залужена. Деревя ростуть тільки на ділянках приватних господарств. Кількість приватних городів складає 3,65% від площі прибережної смуги річки. Заплава заболочена на площі 12,5%.

Таблиця 1

Загальна гідроморфологічна характеристика русла річки Молочна

Характеристика	Показник
Тип русла	Вільно та гранично меандричний, частково спрямлений
Ширина, м	2,5 – 100
Глибина на плесах, м	0,5 – 2,5
Глибина на перекатах, м	0,3 – 1,0
Швидкість течії, м/с	0,1 – 0,4
Руслові форми	Плеси, перекати
Заростання русла, %	35
Замулення, м	1,0 – 1,5
Відносна протяжність присадибних ділянок, %	5,2

Русло річки звивисте (коефіцієнт 0,68), сильно заросле очеретом. Ширина річки в середній та нижній течії 20-30 м, глибина – 0,3-0,4 м. Швидкість течії від 0,1 до 0,4 м/с. Тип русла меандричний. Русло замулене продуктами ерозії на глибину до 1,5 м, що різко погіршує його санітарний стан. Основна характеристика русла річки надається в табл. 1. [2,5-8]

Основні фактори формування сучасного гідрологічного режиму річки

Дуже важливим аспектом історичних нарисів, де є будь-яке згадування про річку Молочну та прилеглі ширококраї степи є саме багатководність річки, в літописах збереглися дані про те що річка Молочна та Молочний лиман., в якій вона впадає були доступні для судноп-

лавства. У першоджерелах датованих 18-19 ст., згадується, що Молочна була широкою та глибокою, а у її водах водилась така ж сама риба, як і у Азовському морі. [8, 9]

Сучасний стан річки кардинально змінився, і тепер середня глибина складає приблизно 0,5...1,0 м. З рис. 1, на якому представлена лише окрема ділянка русла, наочно видно, що має місце деформація русла річки Молочна за певний проміжок часу.

Одним із важливих факторів незадовільного режиму р. Молочна та її допливів є висока зарегульованість. Так, розглядаючи наявність водних об'єктів басейну р. Молочна, відзначаємо велику кількість ставків та водосховищ. Це 99 об'єктів (загальний об'єм 29,17 млн м³) – 7 водосховищ (16,47 млн м³) та 92 ставки (12,70 млн м³).

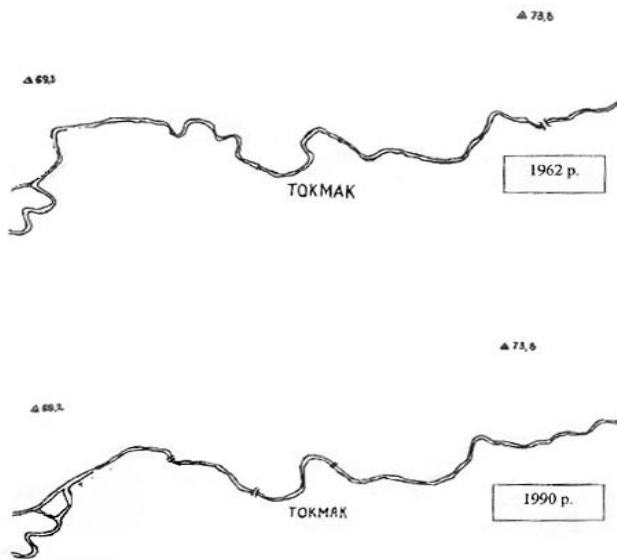


Рис. 1. Різномасштабні зйомки ділянки русла р. Молочна [10]

Зарегульованість річок басейну, особливо таких, як Юшанли (7 об'єктів), Токмачка (11 об'єктів), Курушани та ін. призводить до ряду негативних явищ: засмічення, заростання, замулення, накопичення в мулі важких металів.

При розгляді гідрогеологічних умов прибережної території р. Молочна виділемо основні складові їх формування:

- природні фактори (кліматичні, геологічні, геоморфологічні, гідрологічні, склад ґрунтів тощо);

- техногенні фактори (розорення схилів долин і заплави ріки Молочна і її допливів до самого урізу води, що призвело до інтенсивної водної ерозії; відсутність упорядкованих скидів поверхневих вод з території м. Мелітополя та інших населених пунктів; хаотичне, без належного обґрунтування, будівництво перегороджуючих та інших гідротехнічних споруд; скидання неочищених стічних вод, а також неупорядкований відвід зливових і паводкових вод, що утворюють конуси виносу в заплаві і руслі; відсутність лісових насаджень на схилах долини і у заплаві р. Молочної та її допливів) [6].

Природно-кліматичний фактор як регулятор гідрологічного стану водойми

Для річок південного Приазов'я кліматичний фактор має важливе значення, спираючись на те, що живлення річок здебільшого відбувається саме за рахунок опадів, а інтенсивний підйом рівня води (весняна повінь) припадає безпосередньо на другу – третю декади лютого та прямопропорційно відповідає обсягу

надходження талих вод. Середньорічна тривалість льодоставу дорівнює 80-90 днів, але в окремі особливо теплі зими крига може утримуватись лише кілька днів, тому середня інтенсивність підйому рівня води в річці відповідно змінюється від 3 до 50 см за добу. На гідрологічному пункті спостереження в м. Токмак у період сильної повені в 1953 році середня інтенсивність підйому води становила 6 см/добу, найбільша сягала 55 см/добу. У роки низької повені середній рівень коливається в межах 7 см/добу, тоді як максимальний не перевищує позначки 20 см/добу. Суттєво важливим чинником є зміна температурного режиму на території України за останні десять років. Цей показник прямує в сторону збільшення середньорічних температур атмосферного повітря на 0,3–0,6 °С, тоді як за останні сто років – на 0,7 °С. Відповідно до підвищення температури повітря кількість морозних днів на території країни зменшилася на 5–10 %, а вологість збільшилася на 10–25 %. Менші зміни спостерігаються щодо опадів: для них величини трендів перебувають за межами рівня значущості 90 %.

Ще одним із факторів кліматичного впливу є зміна хімічного складу води в річці. Інтенсивність і кількість опадів формують режим поверхневого стоку та регулюють гідрохімічний режим річок та ставків. Для степової зони типовим є переважаання засоленних порід ґрунту, тому у період інтенсивного випадіння опадів у ґрунтових водах змінюється не тільки мінералізація, а і її хімічний склад. Важливим є і вплив температури атмосферного повітря на зміни хімічного складу поверхневих і ґрунтових вод,

коливання температури води обумовлюють зміни розчинності солей, а отже, підвищують або знижують мінералізацію. Тривалість утримування льодового покриву на поверхні річки призводить до порушення рівноваги карбонатно-кальцієвої системи у наслідок накопичення вільного двоокису вуглецю при окисненні органічних речовин в умовах порушення газообміну з атмосферою.

Ступінь випаровування поверхневих вод веде до підвищення їх мінералізації, слабко розчинені солі випадають в осад і гідрокарбонатні води переходять у сульфатні, а потім – у хлоридні. Потерпає змін русло річки і внаслідок дії сильних вітрів, які є переважаючими на даній території.

Сильні вітри спричинюють розвиток ерозійних процесів, видування верхнього шару ґрунту та акумуляції наносів донних відкладів. До кліматичного фактору можна віднести також геологічні та тектонічні процеси, які відбуваються в басейні річки, саме вони разом з антропогенними факторами спричинюють вертикальну деформацію русла, але якщо розглядати у часовому розрізі, то геологічні чинники проявляються протягом

досить тривалого проміжку часу і можуть спричинювати значне переміщення – меандрування русла. Якщо за дії людського чинника зарегулювання русла гідротехнічними спорудами водний об'єкт ще має здатність до повернення у первинне природне русло, то при довготривалій дії геологічного чинника русло природним шляхом вільно меандрує [11, 12].

Визначення реальних та екологічно-необхідних витрат води в річці

Важливою та невід'ємною рисою гідрологічної характеристики будь-якого водного об'єкта є поверхневий стік та витрата води. Для рівнинних територій півдня України загальною рисою є слабкий поверхневий стік, який в умовах сухого клімату та недостатнього рівня водонаповнення за рахунок сніго-дошових опадів сприяє підвищенню рівня ґрунтових вод, інтенсивному їх випаровуванню та призводить до підвищення рівня мінералізації поверхневих вод і засоленню ґрунтів заплави. Дані демонструють значні зміни загальних гідрологічних показників.

Таблиця 2

Часова динаміка витрат води та параметрів поперечного перерізу русла р.Молочна (за Ободовським О.Г.) [10]

Пункт спостереження	$Q_{едв}$, м ³ /с	$Q_{сер}$, м ³ /с	$Q_{едв}/Q_{сер}$, м ³ /с	Параметри русла В і h, м $\lambda=B/h$	Станом на	
					1960р.	1995р.
р.Молочна – м.Токмак	0,95	1,01	0,94	B	17,9	9,0
				h	0,37	0,29
				λ	48,3	31,3
р.Молочна – с.Терпіння	0,81	1,77	0,46	B	5,0	2,2
				h	0,44	0,43
				λ	11,4	5,12

$Q_{едв}$ – екологічно допустимі витрати води в річці, м³/с; В – середня

ширина русла річки; h – середня глибина річки.

Таблиця 3

Річний стік р. Молочна у створі з площею водозбору $F = 3448 \text{ км}^2$ [6]

Модуль стоку, $M_o, \text{ л/с з } 1 \text{ км}^2$	Коефіцієнт варіації, C_v	Задана забезпеченість, $P_o\%$	Модуль стоку, $M_p, \text{ л/с з } 1 \text{ км}^2$	Розрахункові витрати води, $Q_p, \text{ м}^3/\text{с}$	Об'єм води, $V, \text{ млн. м}^3$
0,32	0,82	25	0,44	1,52	48,0
		50	0,25	0,86	27,1
		75	0,13	0,36	11,4
		95	0,08	0,28	8,7

Отже, у багатоводні роки ризик замулення русла річки є мінімальним, а в ідеалі при дотриманні екологічно допустимих витрат води не порушується саморегулююча динамічна система «потік – русло», здатність до самовідновлення і річку можна використовувати для різних потреб народного господарства, не завдаючи їй такої нищівної шкоди.

Якщо об'єм екологічно необхідного стоку на річці перевищує об'єм її природного стоку, то з точки зору гідравліки потоку вона перебуває у несприятливих умовах і розпочинають розвиватися явища, які порушують її гідробіологічний та гідрохімічний режими, починається поступове замулення та, як наслідок, відмирання русла.

Таблиця 4

Натуральний та екологічно необхідний (модельний) об'єм стоку р. Молочна згідно з даними пункту спостереження м. Токмак для років різної забезпеченості

Річка – пункт	Тип гідрографа	Об'єм річного стоку $\times 10^6 \text{ м}^3$		
		$P=50\%$	$P=75\%$	$P=95\%$
Молочна–м.Токмак	Модельний	62,3	51,1	47,0
	Натуральний	35,9	25,3	20,5

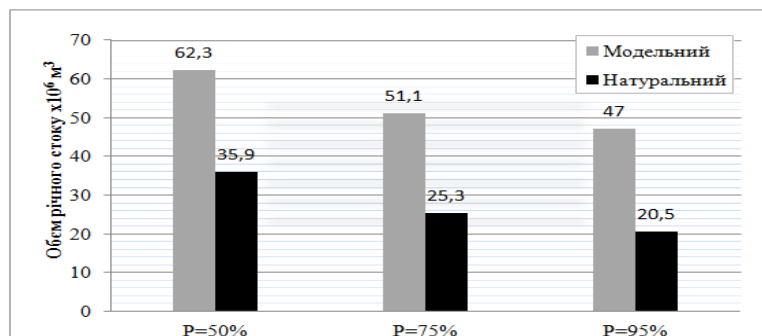


Рис. 2. Відображення реального фактичного та екологічно необхідного (модельного) стоку р. Молочна

Отже, гідроекологічні умови прояву руслових процесів на досліджуваних річках були класифіковані за чотирима основними ознаками:

1) сприятливі – за роки 50%, 75% та 95% забезпеченості величина екологічно необхідного стоку менша від реального стоку;

2) відносно сприятливі – хоча б в один із вказаних за водністю років перша умова не виконується;

3) відносно несприятливі – лише в один із років вказаних забезпеченостей натуральний об'єм має перевагу над змодельованим;

4) несприятливі – за роки 50%, 75% та 95% забезпеченості величина екологічно необхідного стоку більша від реального; у цьому випадку русло замулюється, а річка деградує.

На сучасному етапі існує нагальна необхідність регулювання гідрологічних показників та наближення їх до екологічно-обґрунтованих шляхом упровадження заходів щодо обмеження антропогенного навантаження

на водний об'єкт та оздоровлення водної екосистеми.

Висновки

На прикладі річки Молочна, яка територіально розташована у зоні з недостатнім рівнем забезпеченості поверхневими водними ресурсами, показано, що існує прямопропорційна залежність між коливаннями клімату, зміною природних умов формування річкової мережі та гідрологічною несталістю показників водного об'єкта. Природний дисбаланс показників разом з активним антропогенним впливом на гідроекосистему відображається реально не найкращим чином – як наслідок екосистема деградує. Встановлено екологічно-необхідний рівень витрат води в річці, за яких забезпечуватиметься сталість водойми. Для цього необхідно розробити та впровадити ряд заходів з оздоровлення річки та зниження антропогенного впливу з урахуванням природних умов формування річкової мережі.

Література

1. Юденич О. М. По річках України. Київ: видавництво «Радянська школа», 1968 р.
2. Паламарчук М.М., Загорчевна Н.Б. Водний фонд України: Довідниковий посібник /за ред. В. М. Хорева, К. А. Алієва. – К.: Ніка – Центр, 2001. – 392 с.
3. Атлас «Географія України. 8-9 класи. Запорізька область» – К.: НВП «Картографія», 1997-1999 р.
4. Бортников Є.Г., Огай В.Х. Геоморфологічні особливості північного Приазов'я. Природа та господарство північного Приазов'я / Збірник праць співробітників природничо-географічного факультету МДПІ. Мелітополь, 1993 р.
5. Создание прибрежных защитных полос по р. Молочной в границах Мелитопольского района Запорожской области. Рабочий проект Запорожгипроводхоза, кн. 1, пояснительная записка 01039228-06059. Запорожье, 2006 г.
6. Програма екологічного оздоровлення басейну річки Молочна, відновлення її гідрологічного режиму, благоустрою та збереження біорізноманіття на 2014-2025 роки / Затверджена рішенням Запорізької обласної ради №14 від 26.12.2013 р.
7. Петровченко В.І. Природа Запорізького краю: довідник. – Запоріжжя: ТанDEM Арт студія, 2009. – 200 с.
8. Молочна ріка – диво природи. – Мелітополь, 2002. – 100 с.
9. Сімов В.Г. Гідрологія устьев рек Азовского моря.- Москва, Гидрометеоиздат, 1989 г. – 327 с.
10. Ободовський О.Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України) – К.: Ніка-Центр, 2001. – 274 с.

11. Мельник Ю.С., Підліснюк В.В., Козловська Т.Ф. Сталість якості водних ресурсів східної України в умовах змін клімату // Вісник КНУ імені Михайла Остроградського. Вип. 2/2011 (67). Част. 1.
12. Клименко В.Г. Загальна гідрологія. Навчальний посібник. – Харків – 2008 р.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ БЕЗПЕЧНИХ АЛЬТЕРНАТИВ ДЕЗІНФЕКЦІЇ ПИТНОЇ ВОДИ

Петрук В.Г., Стискал О.А.

Вінницький національний технічний університет
Хмельницьке шосе, 95, 21000, м. Вінниця
kafedraeeb@mail.ru

Розглянуто альтернативні методи дезінфекції питної води. Обґрунтовано можливість пропонувати для водопідготовки сумішей оксидантів та діоксиду хлору. *Ключові слова:* дезінфекція, знезараження, хлорорганічні сполуки (ХОС), діоксид хлору, суміш оксидантів, біоплівки.

Анализ современных безопасных альтернатив дезинфекции питьевой воды. Стискал О., Петрук В. Рассмотрены альтернативные методы дезинфекции питьевой воды. Обоснована возможность предлагать для водоподготовки смесей оксидантов и диоксида хлора. *Ключевые слова:* дезинфекция, обеззараживание, хлорорганические соединения (МОС), диоксид хлора, смесь оксидантов, биопленки.

Analysis of new safe alternative disinfection of drinking water. Styskal O., Petruk V. Alternative methods of disinfection of drinking water are considered. The opportunity to offer mixtures of oxidants and chlorine dioxide for water treatment is substantiated. *Keywords:* disinfection, decontamination, organochlorine compounds (HOC), chlorine dioxide, oxidant mixture, biofilm.

Без води неможливе життя людини, а забезпечення її якості - першочергове завдання кожної держави. Передусім це стосується якості за санітарно-гігієнічними показниками (дезінфекція), відхилення від яких спричиняє серйозні спалахи інфекційних захворювань та кишкових хвороб. Водночас не можна нехтувати і санітарно-хімічними показниками, що теж можуть мати негативний вплив на здоров'я людини.

Існують різні методи дезінфекції води, однак багато з них мають свої значні недоліки. Наприклад, застосування хлору, гіпохлориту натрія, хлораміну супроводжується утворенням токсичних і канцерогенних побічних

продуктів – хлорорганічних сполук; озонування потребує надзвичайно високих капіталовкладень і супроводжується утворенням мутагенних і токсичних продуктів озонолізу; ультрафіолет не дієвий проти деяких вірусів. Крім того, озонування, ультрафіолет та ультразвук не забезпечують ефекту післядії, що може призвести до повторного забруднення під час подачі води до споживача; срібло може накопичуватись в організмі людини і повільно виводиться, і, як важкий метал 2 класу небезпеки, може провокувати деякі патології. Доведено, що на спороутворювальні бактерії іони срібла не діють. Тому останнім часом в країнах світу поча-

ли впроваджувати альтернативні методи дезінфекції - використання діоксиду хлору або суміші оксидантів [1–4].

Мета досліджень – проаналізувати наведені альтернативні методи дезінфекції питної води.

Результати досліджень

Метод дезінфекції води сумішшю оксидантів (НСЮ, ОСГ, С₂) запатентований компанією MIOX Co. (США) [5]. Змішані оксиданти одержують методом електролізу розчину кухонної солі. Застосування безпечних сировинних ресурсів (вода, сіль, електроенергія) усуває необхідність зберігати небезпечні хімікати - рідкий хлор або товарний гіпохлорит натрію, які не вимагають облаштування спеціальних зон безпеки і у випадку витоків можуть стати причиною великої екологічної катастрофи [6].

Виробництво в точці споживання змішаних оксидантів в обсягах,

необхідних для використання, не вимагає транспортування небезпечних речовин, що веде до скорочення як транспортних витрат, так і витрат на забезпечення безпеки перевезення вантажів [6].

Змішані оксиданти ефективно видаляють і надалі не дають утворюватися біобростанню у резервуарах зберігання води й трубопроводах (рис. 1). Біобростання поглинають залишковий хлор у воді, надають воді неприємний смак, що змушує збільшувати первісне дозування хлору для досягнення його необхідної концентрації на кінцевій точці споживання та спричиняє утворення небезпечних канцерогенних сполук. Видалення біобростань за допомогою змішаних оксидантів дозволяє суттєво знизити об'єм дозування хлору, що гарантує поліпшення органолептичних показників води й значно знижує утворення побічних продуктів дезінфекції [6].



а)

б)

в)

Рис.1. Внутрішня поверхня труби: а) при використанні гіпохлориту; б) через 6 днів після використання змішаних оксидантів; в) через 22 дні після використання змішаних оксидантів [6]

Суміш оксидантів має сильніші дезінфікуючі характеристики, ніж гіпохлорит або рідкий хлор. Порів-

няно зі звичайним хлором змішані оксиданти в такій же кількості й за такий же час забезпечують більш

ретельне й швидке усунення максимальної кількості мікроорганізмів та мають кращі смакові характеристики й запах. При дозуванні однакової кількості активного хлору залишковий хлор після змішаних оксидантів значно вище, ніж після товарного гіпохлориту або рідкого хлору (дослідження на водоканалі м. Нікополь) [6]. Рівень залишкового хлору при застосуванні змішаних оксидантів зберігається по всій довжині водопроводу протягом тривалого періоду часу. Цей ефект тісно пов'язаний з видаленням біоплівки, яка споживає залишковий дезінфектант у системі водопостачання, що суттєво скорочує окисні потреби [7].

Мала концентрація хлору в розчині змішаних оксидантів (менше 0,5%) запобігає корозії труб водопостачання, що дозволяє значно збільшити термін їхньої експлуатації. При використанні гіпохлориту натрію й змішаних оксидантів виміри в робочих зонах показали такі концентрації парів хлору в повітрі: гіпохлорит натрію – 0,03 мг/м³; змішані оксиданти – 0,0095 мг/м³ [8].

Проведені дослідження зі зберігання змішаних оксидантів свідчать про дуже низьку деградацію дезінфектанта, що дозволяє розчину змішаних оксидантів зберігати робочі характеристики до 20 раз довше порівняно з гіпохлоритом натрію [8].

Одним із етапів водопідготовки, особливо на водоканалах, є мікрофлокуляція. Застосування розчину змішаних оксидантів на етапі попереднього очищення знижує мут-

ність води й споживання коагулянта на 40%. Крім того, відзначається більш швидке утворення і випадання пластівців, а також зниження утворення побічних продуктів дезінфекції через зниження кількості органіки [9].

Змішані оксиданти МІОХ мають властивість нейтралізувати складові, які спричиняють запах води [10].

Найбільш важливо те, що застосування змішаних оксидантів зменшує утворення тригалогенметанів і галогеноцтових кислот:

- більш сильна дезінфікуюча дія змішаних оксидантів забезпечує видалення біоплівки із системи водопостачання й скорочення рівня органічних речовин і, як результат, зменшення окисності води;

- завдяки зниженій окисності води підприємства скорочують дозування хлору (забезпечення рівня залишкового хлору) і гарантують відповідний до норм рівень залишкового хлору;

- застосування змішаних оксидантів на етапі водопідготовки, зокрема попереднього очищення, за певних умов забезпечує ефект мікрофлокуляції, під час якого органічні речовини видаляються з води, що надалі скорочує кількість тригалогенметанів.

Скорочення кількості тригалогенметанів підтверджується й численними дослідженнями на підприємствах, які використовують змішані оксиданти (рис. 2). Скорочення, зазвичай, становить від 20% до 50%. Аналогічно й з галогеноцтовою кислотою [11].

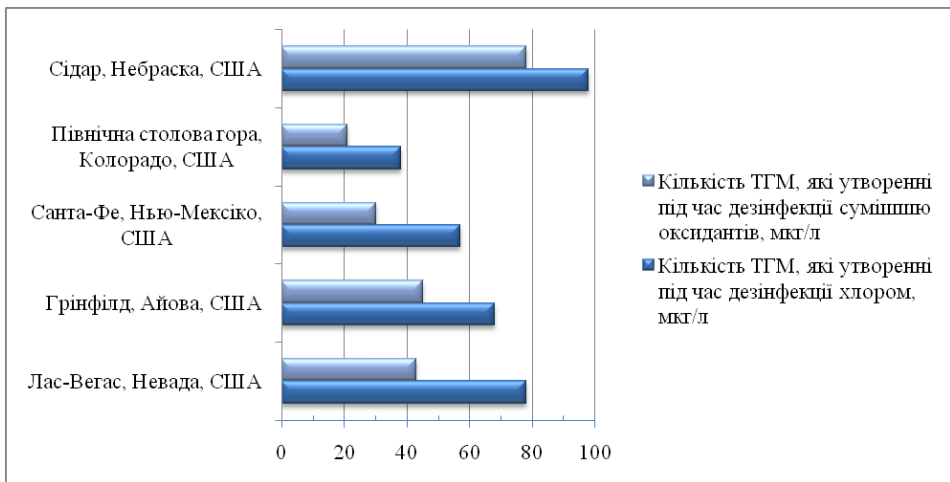


Рис. 2. Порівняльна характеристика утворення тригалогенметанів при хлорванні та дезінфекції змішаними оксидантами [11]

Протягом понад 10 років системи МІОХ щодня переробляють більше трьох мільярдів літрів води, що дало достатньо можливостей для вивчення, перевірки, дослідження й сертифікації устаткування. Застосування технології МІОХ для дезінфекції питної води повністю схвалене ЕРА US (Агентство по охороні навколишнього середовища), а також сертифікована NSF International як нетоксична. На сьогоднішні компанії встановила понад 1400 систем у більше, ніж 25 країнах усього світу. Зокрема, успішно експлуатуються генератори для одержання змішаних оксидантів і в містах України: Івано-Франківськ, Коломия, Хуст, Славутич, Яремче, Трускавець, Київ (дистриб'ютор МІОХ в Україні компанія ОНІКО) [12].

Метод дезінфекції води іншою сумішшю оксидантів, що передбачено в установках АКВАХЛОР-М (хлор, хлорноватиста кислота, озон, пероксид водню, діоксид хлору), здатною видаляти біоплівки з

поверхні водопроводів і при цьому не чинити на організм людини і навколишнє середовище будь-якого шкідливого впливу. Пов'язано це із принципами технології водопідготовки, які ґрунтуються на використанні для знезараження води механізму, створеного природою для захисту організму людей і тварин від інфекцій. Всі вищі багатоклітинні організми, включаючи людину, синтезують в особливих клітинних структурах (мікросоми гепатоцитів, ендоплазматичний ретикулум фагоцитів) хлорноватисту кислоту і високоактивні метастабільні хлоркисневі і гідропероксидні сполуки (метастабільну суміш оксидантів) для боротьби з мікроорганізмами і чужорідними субстанціями. Цей механізм антибактеріального захисту, створений природою, функціонує у внутрішньому середовищі організму тварин і людини протягом мільйонів років без будь-яких збоїв. Саме схожість процесів забезпечує нешкідливість суміші

оксидантів для організму людини і відсутність здатності мікроорганізмів до адаптації відносно метастабільної суміші оксидантів [13].

Ці оксиданти спільно з низкою гідропероксидних оксидантів, що знаходяться в мікрокапельках вологи, надають потужний синергетичний окисний вплив на органічні сполуки у воді, ефективно запобігаючи утворенню тригалогенметанів та інших хлорорганічних сполук. Також розчин оксидантів, на відміну від традиційної хлорної води, ефективно видаляє біоплівки з внутрішньої поверхні водопроводів, що зменшує швидкість корозії труб, надає воді відмінні органічолептичні властивості [13].

Перевагами методу є створення систем будь-якої продуктивності у

виробничих приміщеннях різної конфігурації; не вимагається проведення проектних і спеціальних будівельно-монтажних робіт; безпечна експлуатація установок; принципово новий процес електрохімічного розкладу сольового розчину: іон-селективний електроліз з діафрагмою; автоматичне безреагентне очищення електрохімічних реакторів; автоматична підтримка заданої концентрації оксидантів в знезаражуючій воді [1,14].

На сьогодні такі установки працюють на станціях очищення питної води, стічних вод, води плавальних басейнів у Росії, США, Німеччині, Фінляндії, Грузії, Туреччині, Україні, Казахстані, Малайзії, Еквадорі, Іспанії [14].

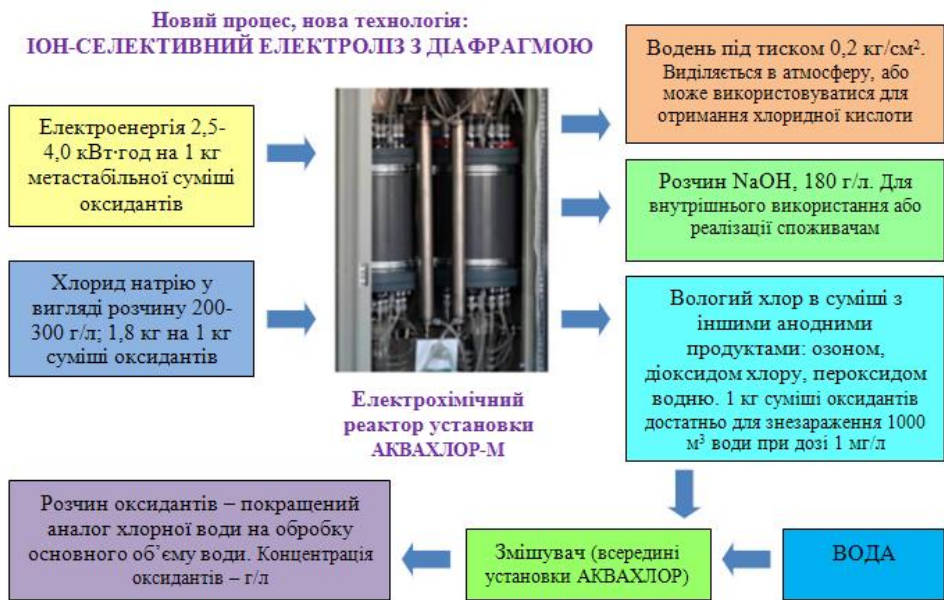
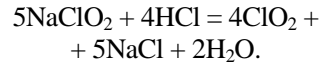


Рис. 3. Схема технологічного процесу роботи установки суміші оксидантів [13]

Дезінфекція води діоксидом хлору. Способами, що істотно знижують або практично повністю виключають утворення тригалометанів (ТГМ), є видалення з води речовин-попередників тригалогенметанів на стадіях підготовки води до хлорування (ці методи добре відомі і широко застосовуються), а також використання окислювачів, що реагують з органічними сполуками інакше, ніж хлор або бром. Наприклад, механізм взаємодії діоксиду хлору з гуміновими і фульвокислотами принципово відрізняється від механізму взаємодії хлору з цими сполуками. Діоксид хлору бере участь у реакції як окислювач, в той час як при обробці води хлором має місце як окислення, так і електрофільне заміщення (хлорування), яке призводить до утворення ТГМ. Численні дослідження показали, що діоксид хлору, вступаючи в реакцію з речовинами-попередниками ТГМ, дезактивує їх і робить їх нездатними вступати в реакцію утворення тригалометанів. Це означає, що попередня обробка води діоксидом хлору інгібує процес утворення тригалометанів, навіть якщо на наступній стадії обробки води буде використовуватися хлор. Однак, навіть комбінація хлору з діоксидом хлору далеко не завжди ефективна у боротьбі з біоплівками [2,13]. Крім того, дезінфекція таким методом не потребує транспортування і зберігання легкозаймистих вихідних речовин (оскільки діоксид хлору отримують безпосередньо на місці застосування), а також супроводжується утворенням хлоратів і хлоритів [1]. Проте отримані дані в досліджах А.В. Мокієнко та ін. на щурах [15] свідчать про

хімічну нешкідливість питної води, незараженої діоксидом хлору.

Діоксид хлору є нестійким газом, який може вироблятися на місці використання у вигляді водного розчину з розчинів хлоридної кислоти і хлориту натрію (NaClO_2) шляхом наступної реакції [16]:



За своєю дезінфікуючою дією діоксид хлору в 4 рази перевершує дію хлору і практично не має супутніх йому негативних наслідків завдяки особливому механізму хімічної дії на забруднюючі речовини і мікроорганізми. Діоксид хлору має переваги:

- не утворюються тригалогенометани (ТГМ) і хлорфеноли;
- практично не утворюються органічні галогени, що не видаляються;
- не відбувається реакція з аміаком та іншими сполуками азоту;
- сильна дезінфікуюча дія практично не залежить від значень рН води;
- сильна дія на спори, віруси і водорості;
- не вносить негативних змін до запаху, смаку і кольору води;
- окислює органічні сполуки заліза і марганцю;
- покращує флокуляцію необробленої сирової води;
- незалежність окислювально-відновлювального потенціалу від рН і присутності у воді аміаку і інших сполук азоту;
- знижує жорсткість води;
- тривалий (до 7 діб) бактерицидний ефект у водорозподільчих системах і, як наслідок, видалення мікробіологічних відкладень в системі трубопроводів [16].

Одна із перших систем водозабезпечення, в якій успішно використовують діоксид хлору, була введена в експлуатацію в США в 1944 р. У 1958 році вже 150 систем водозабезпечення США застосовували діоксид хлору. В Німеччині його використовують з 1959 р. На Україні з 1995 року змонтовані і знаходяться в експлуатації діоксидні установки для знезараження питної води в містах Іллічівськ, Південний, Килія (Одеська обл.), Жовті Води, Севастополь (тільки змонтовано), промислові підприємства: пивзавод «Оболонь», «Радомишль», молочний завод «Лакталіс Україна» (м. Миколаїв), Миронівський комбінат хлібопродуктів [16].

Висновки

Отже, такі альтернативні методи дезінфекції питної води, як застосу-

вання діоксиду хлору або суміші оксидантів (МІОХХ та АКВАХЛОР-М) можна з безпечністю рекомендувати у практику водопідготовки. Основними їх перевагами є набагато менша кількість утворення або відсутність токсичних і канцерогенних побічних продуктів (тригалогенметанів та галогеноцтових кислот), боротьба з біоплівками, сильніші дезінфікуючі характеристики та доступність і безпека необхідних компонентів – сіль та електроенергія (для отримання суміші оксидантів) або хлорит натрія та хлоридна кислота (для отримання діоксиду хлору). Однак, перед застосуванням діоксиду хлору варто попередньо дослідити методи вилучення побічних продуктів (хлоратів і хлоритів) із питної води.

Література

1. Бахир В.М. Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения // Питьевая вода, 2003. – № 1. Режим доступу: <http://www.bakhir.ru/rus/publications/17-A-ChlorArticle-1.htm>.
2. Крамаренко Л.В. Спецкурс з очистки природних вод. – Харків: ХНАМГ, 2010. – 122 с.
3. Стискал О.А., Петрук В.Г. Аналіз чинників екологічної небезпеки хлорованої питної води // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – №5. – С. 69–75.
4. Стискал О.А., Петрук В.Г. Аналіз сучасних методів та екологічна безпека знезараження питної води // Збірник наукових статей IV Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology–2013), 25–27 вересня. – Вінниця: Видавництво-друкарня ДІЛО, 2013. – 552 с. – С. 96–99.
5. David Von Broembsen, “Mixed Oxidant Electrolytic Cell”, US Patent 20120061251, March 15, 2012.
6. Анатолий Шубенок. Обеззараживание воды смешанными оксидантами // Виробничо-практичний журнал «Водопостачання та водовідведення», 2014. – № 5. – С. 69–72.
7. Забезпечення рівня залишкового хлору. Офіційний сайт компанії ОНІКО [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://water.oniko.ua/ua/problems/584/>.
8. Знезаражування води змішаними оксидантами: переваги й особливості. Офіційний сайт компанії ОНІКО [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://water.oniko.ua/ua/content/articles/4785/>.
9. Мікрофлюкуляція. Офіційний сайт компанії ОНІКО [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://water.oniko.ua/ua/problems/583/>.
10. Смак і запах. Офіційний сайт компанії ОНІКО [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://water.oniko.ua/ua/problems/582/>.
11. Небезпечні побічні продукти дезінфекції. Офіційний сайт компанії ОНІКО [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://water.oniko.ua/ua/problems/585/>.
12. Офіційний сайт компанії ОНІКО [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://water.oniko.ua/ua/application/574/>.

13. Гришков И.А., Козлов И.В., Харламова Т.А. Гипохлорит, хлор, раствор смеси оксидантов: обобщенный сравнительный анализ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bakhir.ru/rus/publications/aq-cl-naocl-special.pdf>.
14. Аквахлор-М. Офіційний сайт компанії Delfin Aqua [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://www.delfin-aqua.com/aquahlor/>.
15. Мокиенко А.В. и др. Диоксид хлора и питьевая вода: к обоснованию безвредности / А.В. Мокиенко, Н.Ф. Петренко, А.И. Гоженко, Б.А. Насибуллин // Современные проблемы токсикологии, 2008. – № 1. – С. 42–45.
16. Знезараження води діоксидом хлору. Офіційний сайт проектно-монтажного підприємства ЕКВЕНТ [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://www.ekvent.com.ua/uk/>.

ECOLOGICAL SAFETY OF VISUAL PERCEPTION OF NATURAL AND ARTIFICIAL ENVIRONMENT

Bondarchuk O., Petruk V., Tsvenko O.
Vinnytsia National Technical University
95, Khmelnytsky shose, 21021, Vinnytsia
vntu@vntu.edu.ua

Досліджено ландшафти міської екосистеми на прикладі міста Вінниці. Проаналізовано рівень відеоекологічної сприйнятливості та геопотенціальної стійкості території м. Вінниця, виявлено основні ризики для видимого природного та штучного середовища міста. Відеоекологічний аналіз урбосередовища спрямований на шлях визначення оптимізації візуальної сприйнятливості природного та штучного середовища в місті. *Ключові слова:* відео екологія, саклади, візуальне забруднення, фрактальне середовище, гомогенні поля.

Экологическая безопасность визуального восприятия природной и искусственной среды. Бондарчук О.В., Петрук В.Г., Цвенько О.О. Исследованы ландшафты городской экосистемы на примере города Винниц. Проанализирован уровень видеоэкологической восприимчивости и геопотенциальной устойчивости территории г. Винница, определены основные риски для видимой природной и искусственной среды города. Видеоэкологический анализ урбосреды направлен на определение оптимизации визуального восприятия естественной и искусственной среды в городе. *Ключевые слова:* видеоэкология, саккады, визуальное загрязнение, фрактальная среда, гомогенные поля.

Ecological safety of visual perception of natural and artificial environment. Bondarchuk O., Petruk V., Tsvenko O. The landscapes of the urban ecosystem are studied on the example of the city of Vinnitsa. The level of videoecological susceptibility and geopotential stability of the territory of Vinnitsa is analyzed, the main risks for the visible natural and artificial environment of the city are determined. The video-ecological analysis of the urban environment is aimed at determining the optimization of visual perception of the natural and artificial environment in the city. *Keywords:* videoecology, saccade automaticity, visual pollution, visual environment, homogeneous fields, landscape design.

Environmental security issues are of paramount importance today, but along with the main environmental problems (air quality, water pollution, increased noise and radiation), environmental importance is not less important - a permanent visible environment and its status stands on the sidelines.

The processes of urbanization, rationalization and industrialization have alienated us from visual perfec-

tion: the artificial environment has ceased to bring aesthetic pleasure and has generated a large number of social problems. The architecture of the last 50 years negatively affects the psycho-emotional state of a person. Really now in many cities the visual environment is dramatically changed: dark gray, straight lines and corners prevail, urban buildings are mostly static and have a large number of planes,

which negatively affects the visual processes.

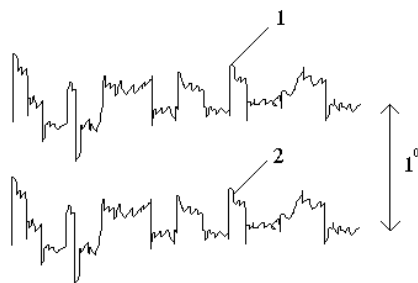
Urgency of the research. The study of the ecological safety of visual perception of the natural environment and management of environmental risks of the technosphere is an urgent issue of the present, which is caused by the destruction of greenery, high level of contamination of the territory, the spread of uniform aggressive environments for visual perception of people, low level of architectural planning of cities and inadequate color saturation.

Research results. The human visual organ is a biological system designed to perceive light and receive environmental information through it. Actually, in many cities the visual environment has changed dramatically: dark gray color, straight lines and angles, urban buildings are predominantly static with many monotonous planes prevail, which negatively affects the visual processes of a person.

So, let us turn to the Saccade theory, which we use to explain the concept of the necessary qualitative susceptibility of the environment and its influence on the general psychoemotional state of a person [2].

Saccade (French for "strong push, jerk") is called the rapid movement of the eye, which is carried out spontaneously, that is, in automatic mode. Eyes continuously scan the visible surroundings, carrying around 120 Saccades per minute. The nature of Saccades passage is due to the activity of the central nervous system. Each person has its own mode of passing saccades, which is determined by three parameters: the interval between accades, their amplitude and orientation (Figure 1). Saccades follow an average interval of

0.2 ... 0.6 seconds with an amplitude of saccades changing in a large range, on average from 2 angular minutes to 15 angular degrees. The targeted saccades are practically in all directions, but, as a rule, their number is more in the horizontal plane. Depending on the external and internal conditions, the saccades have the property of change. If a person captures a view on any immovable object, it is also accompanied by several continuous, imperceptible movements of the eyes. They can be detected only with the help of special equipment. Without such micro-movements, the visual organ does not perceive the image formed on the retina by the optical system of the eye. Also, the saccades create the necessary conditions for the visual system to estimate the magnitude, distance and the location of visible objects, that is, it is a component of the process of dynamic perception [1, 2, 3, 4].



*Fig. 1. A fragment of the recording of the coordinated movement of the eyes of the "saccades" type with the right eye fixed point:
1 - right eye, 2 - left eye [2]*

So, after each saccade, the eye fixes any visual element, and the brain receives information about the seen from the photoreceptors, the brain calms down: there was a saccade, there was an element of the environment, the element was fixed. When the eye has practically

nothing to focus on, because the surrounding visual environment is only lines, corners, large transparent planes, then as a result of the eyes movements only the same time signals come to the brain and the brain is in a state of complete confusion. Such a visual environment is unacceptable for a person and his health, increasing the negative effect on the fundamental mechanisms of vision - a saccade automaticity, a binocular apparatus, convergence, and visual centers. Then the inverse relationship between the sensory and locomotor apparatus is disrupted [1, 4].

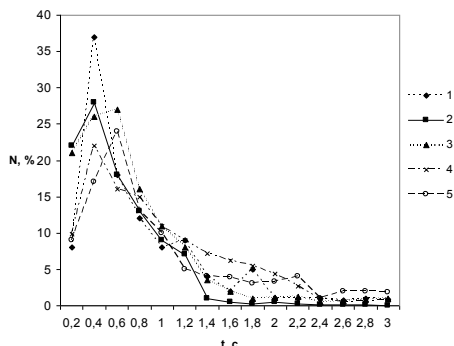


Fig. 2. Diagram of distribution of intervals between saccades under different conditions of contemplation: 1 and 2 - during fast sleep of children and adults, respectively (studied 470 and 2343 intervals between saccades, 7 and 3 target persons); 3 and 4 - fixation of the fixed and imaginary points, respectively (studied 2362 and 1215 intervals, 11 and 8 target persons); 5 - free contemplation of the picture (studied 2000 intervals, 5 target persons); on the axis of abscis - intervals between saccades, t, c; on the ordinate axis - the number of measurements, N% [2]

The idea of a saccade automaticity is a new direction in physiology, promising in the study of psychiatric and neurophysiological aspects of visual perception, diagnosis of a number of dis-

eases, etc. The distribution of intervals between saccades under different conditions of contemplation is presented in Figure 2 [2].

Distribution of the saccades amplitude for free human behavior in the environment is depicted in Figure 3 [2].

From the above figures we conclude that the interval between saccades is relatively constant under different conditions of contemplation, and the amplitude of saccades depends on the nature of the activity and during the free movement of a person in the environment varies in a wide range - up to 30°.

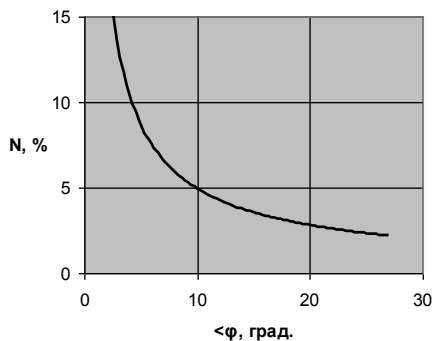


Fig. 3. Curve of amplitude distribution of saccades for free human behavior in the environment (along the axis of abscis - amplitude of saccades, angular degrees ϕ , degrees, ordinate - number of measurements, %) [2]

The growth of the "artificial world" is manifested more remotely from natural standards and ideals, and as a result - more influence and transformation of the visible human habitat [5].

Under the visible environment it should be understood the environment, which a person perceives by the organs of vision in all its diversity. In general, the environment can be conventionally divided into natural and artificial. The natural visual environment fully corre-

sponds to the physiological norms of vision, since nature "adapted" the eye "to itself". An artificial environment is perceived quite differently. It increasingly differs from natural and in many cases contradicts the laws of visual perception of it by a person. Such an environment has created the problem of videoecology - a new scientific direction studying the aspects of visual perception of the environment, based on the theory of automatic saccades, which allows to explain and evaluate the negative impact on psycho-emotional health of a person [2, 6].

Since the visible environment is an environmental factor, one should pay attention to the fact that the person as a biological species was formed in certain natural conditions, where the corresponding color scale prevailed. However, the processes of urbanization, rationalization and industrialization have removed us from the visual ideal [6]. The structure of the color elements themselves has also changed, in which straight lines, straight angles, a huge number of large planes with a uniform color predominate.

The emergence of a large number of new same type of new developments and other less attractive constructions with simplified architectural planning is depressing for the residents of the city. In recent years, the appearance of modern cities is overwhelmed with European design. It is created not only by modern buildings of modern type, but also by annoying advertising, a continuous stream of fast-moving mostly gray or black foreign cars; in the architecture appeared buildings that meet the corporate aesthetics, but are completely devoid of a sense of national color [5, 8, 9].

Monotony, uniformity of geometrically correct and equally glazed buildings is the main reason for annoyance of citizens. Decorating buildings is not someone's whim or caprice. These are the necessary functional elements that should form the basis of the visual environment, without which full-fledged eye work is impossible [6].

If you compare two houses of different cultural epochs, it's easy to see how much they differ. This difference is: in the saturation with decorative elements - a small number of them in new constructions and much more and more perfect in the buildings of past centuries; in the structure of the elements - a lot of straight lines and sharp corners in the constructions of the new building and many corners and curves in old buildings; in the size of the planes - one large plane in modern and many small - in old buildings; in the silhouette of houses - a simplified silhouette of new buildings and diverce - in the old buildings [10].

The monotony of the architectural space generates such a phenomenon as the "sadness of new cities", which is characterized by an increased morbidity of inhabitants in the new urban areas, where the living conditions are objectively much better than those in which the settlers lived before. Obviously, this phenomenon is caused by mistakes in urban planning, the absence of past close contacts between residents, separation from the usual socio-psychological environment. The environment has acquired homogeneous features [2].

Multipanel construction has become a major and determining factor in creating the image of our cities. The widespread use of this method of construct-

ing buildings greatly changes the image of our cities and the problem of visual perceptibility of the environment becomes more and more acute. In the urban environment, there are many homogeneous visible fields, which, in particular, create monotonous facades of houses, where prevailing bare concrete walls prevail. When looking at such a wall there is no eye to "catch" after the next saccade. If a person is close to such a wall at a distance of 40 meters, then it limits the view from all sides (along the horizontal line - 20° - 30° , and on the vertical line - 40° - 45°), while the vast majority of saccades (86%) has an amplitude of up to 15° , and for 1 second the eye perceives 2 to 3 saccades. This means that when looking at a person on such a surface within just 3 seconds before it there is a 6 to 9 saccades, like a monotonous wall, where there are no elements for fixing the look. This situation can be compared to a feeling when a person makes another step and feels a solid foundation under the feet. Only in this case, on the contrary, the eyes for about 3 seconds about 10 times "fall into the abyss". It is easy to imagine how unpleasant this situation is that inevitably leads to a feeling of discomfort [2, 3, 6].

Consequently, the facades of buildings create homogeneous fields in urban conditions when used in the construction of solid panels of a large size. No less disturbing is the use of large window frames. The facade of the house made of glass and the asphalt covering is a man-made non-oriented space. In such an environment, the amplitude of the saccades increases 3 to 5 times, that is, the automaticity of the saccades moves to a search mode. The search mode in the meantime also leads to an

undesirable result, as a building from a distance of 30 meters covers the sight at 80° [3, 4].

The visible environment in which a lot of monotonous elements are concentrated is called an aggressive environment. An example of aggressive visible fields are giant "book-houses", where through a rich number of identical elements the human eyes are trapped in a geometric structure. Long look at such a structure, you can not admire it because of the fact that the eye has nothing to stop. The aggressiveness of the visible environment dramatically increases with additional noise exposure. It has been established that rhythmization of signals entering the inputs of two basic sensory systems of a person (sight and hearing) leads to an increase in aggressiveness. According to VA Filin [6], in this case signals from "aggressive fields", consisting of identical elements and from mechanisms with a monotonous movement (escalators, elevators, wheels, conveyors) get to the visual input, and on the auditory input from rhythmic music, and rhythmic sensory signals can provoke epileptic seizures.

The environment with a wide variety of elements in the surrounding space is called a comfortable ecological visual environment. The presence of curved lines of different thicknesses and contrasts, the outlining of the silhouette, the diversity of the color range, thickening and rarefaction of visible elements and their different remoteness, fractality of structures are characteristic features of a comfortable visible environment in which the vision mechanisms operate in the optimal mode.

Let us consider the example of saccades automaticity. When a person is in the forest, then for any amplitude of

saccades, their orientation and intervals, there will always be enough elements for fixation. If the view stops at a certain element, then the amplitude of the saccades is reduced to a minimum. A person at this time rests, look narrowly at something or something does not pay attention, whereas the saccades automaticity works in its own mode with a better orientation and the inherent interval [2, 11].

In a comfortable environment from the point of view of videoecology, the retina photoreceptors work in the same optimal mode. At the same time, for example, the visible forest environment is the most comfortable for the binocular apparatus, since there are a sufficient number of pronounced contours and images from the right and left eyes, easily merge into a single image in the cerebral cortex, creating harmony and comfort for the person.

Conclusions

To create a comfortable visual environment it is necessary:

- to prevent the appearance of aggressive and homogeneous visual fields in urban environments, and, where they are, to get rid of them through landscape design, landscaping, colouristics;

- to prevent the appearance of large planes in architecture, to strive for differentiation and diversification;

- to be guided in cities by principles of permaculture and biomicry;

- to diversify the silhouettes of buildings with various architectural ornaments (towers, rotundas, attics) and multi-storey parts (mezzanine);

- to avoid aggressive man-made elements (huge posters on houses, big boards, supports of electric power lines, etc.);

- to limit the growth of the number of storeys of buildings by the height of trees, to saturate the urban environment with diversity;

- to organize an integrated green zone of the city, the main idea of which should be to bring the city closer to the nature of its natural zone;

- to attract advanced international experience and to maintain interest and research in the field of folk customs, traditions of accomplishment [7, 10].

Thus, a comfortable videoecological environment creates favorable conditions for the work of physiological vision mechanisms. A properly organized artificial environment must approach the nature-like and fractal forms.

References

1. Око людини та офтальмологічні прилади: навч. посіб. / Сокуренько В. М., Тимчик Г. С., Чиж І. Г. – К.: НТУУ “КПІ”, 2009. – 264 с.
2. Филин В. А. Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что – плохо / В. А. Филин. – М.: МЦ “Видеоэкология”, 1997. – 320 с.
3. Ярбус А. Л. Роль движений глаз в процессе зрения / А. Л. Ярбус. – М.: Наука, 1993. – 166 с.
4. Ананин В. Ф. О механизме и роли произвольных саккадических движений глаз в зрительном процессе. / В. Ф. Ананин // Физиология человека. Т. 2, №5, 1976. – №. 75–156.
5. Архитектура и природа / Под ред. Н. Филипповского. – М.: Знание, 2005. – 230 с.
6. Филин В. А. Видимая среда в городских условиях как экологический фактор / В. А. Филин. – М.: Наука, 1990. – 258 с.
7. Яргина З. Н. Эстетика города / З. Н. Яргина. – М.: Стройиздат, 2001. – 366 с.
8. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць / В. П. Кучерявий. – Львів: Світ, 2005. – 456 с.

9. Лунц Л. Б. Городское зеленое строительство / Л. Б. Лунц. – М.: Стройиздат, 2004. – 280 с.
10. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие / Р. Арнхейм. – М.: Прогресс, 1974. – 392 с.
11. Эрингис К.И. Экологические и эстетические проблемы формирования и охраны ландшафтов / Экология и эстетика ландшафтов: Сб. под ред. К. И. Эрингиса. – Вильнюс, 1975. – С. 9-33.

ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 620.9(477)

РОЛЬ ДЕРЖАВИ У РОЗВИТКУ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПІДВИЩЕННІ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ

Пудла О.І.

Національна металургійна академія України
пр-т Гагаріна, 4, Дніпро, Дніпропетровська область, 49600
DpSammy@i.ua

Досліджено нормативно-правові та законодавчі положення прийняті в Україні з метою підтримки та стимулювання розвитку відновлювальної енергетики та біоенергетики. Розглянуто реальні можливості виробництва цих видів енергії в сучасних умовах. *Ключові слова:* відновлювальна енергетика, біоенергетика, енергетична стратегія.

Роль государства в развитии биогазовых технологий и повышения уровня энергетической независимости Украины. А.И. Пудла. Исследовано нормативно-правовые и законодательные положения приняты в Украине с целью поддержки и стимулирования развития возобновляемой энергетики и биоэнергетики. Рассмотрены реальные возможности производства данных этих энергии в современных условиях. *Ключевые слова:* возобновляемая энергетика, биоэнергетика, энергетическая стратегия.

Role of the state in biogas technologies development and increasing energy independence Ukraine. O. Pudla. Were researched legal and statutory provisions adopted in Ukraine to support and encourage the development of renewable energy and bioenergy, and were reviewed the real possibilities of producing these types of energy in modern conditions. *Keywords:* renewable energy, bioenergy, energy strategy.

Україна імпортує близько 70 % обсягу природного газу власного споживання та є енергодефіцитною країною. Водночас енергоємність вітчизняної економіки в 3-4 рази перевищує аналогічні показники економічно розвинутих країн [1], що унеможливує

гарантування нормальні умови життєдіяльності громадян та установ бюджетної сфери. Це робить Україну надзвичайно чутливою до умов імпортування природного газу.

Висока енергоємність і залежність економіки України від значних обся-

гів традиційного органічного палива (газ-44%, нафта-17%, вугілля-22%) для потреб енергетичної галузі. Вони мають бути імпортовані за цінами, які зросли до світового рівня. Складна екологічна ситуація в країні, яка значною мірою зумовлена шкідливими викидами в атмосферу традиційної енергетики, яка працює за рахунок спалювання викопного органічного палива і вичерпність запасів усіх видів цього палива ускладнюють енергетичну ситуацію в державі, яка, в свою чергу, викликала необхідність здійснення планомірної державної політики з енергозбереження в усіх сферах суспільного виробництва України [2].

За умови проведення послідовної політики енергозбереження та підвищення енергоефективності виробництва в Україні значна увага має приділятися і пов'язаній з цим охороні навколишнього середовища. При визначенні потенціалу енергозбереження в Україні та основних напрямків підвищення енергоефективності її суспільного виробництва слід також враховувати їх позитивний вплив на навколишнє середовище.

Впровадження енергоефективних технологій, машин, обладнання та побутових електроприладів, проведення активної енергозберігаючої політики, використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії, альтернативних видів палива та тощо дозволять забезпечити щорічну економію або заміщення енергоресурсів, видобуток і використання яких на основі "брудних" витратних технологій погіршують екологічний стан навколишнього середовища.

Тривалий час розвиток технологій виробництва енергії з нетрадиційних

джерел стримувався через відсутність належної підтримки зі сторони держави та відсутності нормативних та регулюючих документів для застосування або виробництва такої енергії. Однак, зроблені реальні кроки для вирішення цих питань дають вагомий поштовх розвитку альтернативної енергетики, та біоенергетики зокрема.

Мета роботи – дослідження умов для розвитку відновлювальної енергетики та біоенергетики зокрема.

Результати досліджень

Використання відновлюваних джерел енергії – важливий напрям енергетичної політики України, спрямованої на заощадження традиційних паливно-енергетичних ресурсів та поліпшення стану навколишнього природного середовища. Збільшення обсягів використання відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі України сприятиме підвищенню рівня диверсифікації джерел енергоносіїв та зміцненню енергетичної незалежності держави.

В Україні діяла Комплексна державна програма енергозбереження України (КДПЕ), яка схвалена постановою КМУ від 5 лютого 1997 року №148.

Однією з важливих складових КДПЕ є Програма заходів щодо скорочення споживання природного газу (ПССГ), прийнята постановою КМУ від 15.07.97 р. №751. Завданнями цієї Програми було передбачено у 2000 р., зменшення обсягів споживання природного газу, порівняно з базовим 1996 роком на 25,1%. У 1996 р. Україною було спожито близько 86 млрд. м³ природного газу,

а в 2000 році загальні обсяги споживання природного газу в Україні становили 73,4 млрд м³ і, в цілому. По Україні в 2000р. відносно до 1996 р. було скорочено споживання газу на 12,6 млрд. м³ або на 14,63%. Завдяки цьому, крім заощадження коштів на закупівлю газу, певною мірою було скорочено і шкідливі викиди в навколишнє природне середовище.

В Україні прийнято низку важливих державних рішень щодо підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та енергозбереження областями економіки, суб'єктами господарювання і населенням країни. Основні з них є Закон "Про енергозбереження", Указ Президента України від 16.06.99 №662 "Про заходи щодо скорочення енергоспоживання бюджетними установами, організаціями та казенними підприємствами", Послання Президента України до Верховної Ради України "Україна – поступ у ХХІ сторіччя", стратегія економічної та соціальної політики на 2000-2004р.", рішення Ради регіонів при Президентіві України "Про ситуацію в енергетичному комплексі України та невідкладні заходи з подолання енергетичної кризи ", Указ Президента України від 10 березня 2000 року №457 / 2000" Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14 лютого 2000 року "Про невідкладні заходи щодо подолання кризових явищ у паливно-енергетичному комплексі України", Програма "Україна-2010", Програма діяльності Кабінету Міністрів України та інші.

Важливо відзначити, що ці поновлювані джерела енергії є практично невичерпними, їх потенціал майже незмінний у часі, їх видобуток і тран-

спортування не викличе спеціальних ускладнень та забруднення навколишнього середовища.

В Україні є всі передумови для інтенсивного використання нетрадиційних джерел енергії, видобутку та використання альтернативних джерел енергії. Для створення інформаційно-аналітичної системи оцінки потенціалу відновлюваних та вторинних джерел енергії України Інститутом електродинаміки НАН України розроблено першу редакцію "Атласу енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України". Дана розробка отримала нагороду як лауреат Всеукраїнського конкурсу "Лідер паливно-енергетичного комплексу 2001" в номінації "Природоохоронний проект". Представлена в "Атласі ..." даних потенціалу відновлюваних джерел енергії дає можливість вдосконалити роботу з вибору та проектуванню об'єктів альтернативної енергетики, адже Україна має значні можливості для підвищення рівня енергозабезпечення цих галузей економіки. При цьому, в значній мірі, може бути зменшено негативний вплив на екологічний стан навколишнього середовища.

Загальні річні обсяги відновлюваних ресурсів біомаси складають 115,5 млн т, з яких можливий енергетичний потенціал по біомасі – 22,0 млн т у.п., а технічно доступний енергопотенціал оцінюється в 13,2 млн т у.п. на рік. Однак лише 0,3% усіх енергоресурсів, що споживаються в Україні, припадає на таке поновлюване джерело енергії як солома, хоча його надлишок в Україні оцінюється в 4,85 млн. т. За розрахунками, загальний потенціал використання соломи як палива є достатнім

для створення 13 тис. маленьких теплогенеруючих потужностей (0,1-1,0 МВттеп) плюс 700 теплогенеруючих потужностей для систем централізованого тепlopостачання (1,0-10,0 МВттеп).

Сировинні ресурси відходів деревини у лісовому господарстві України за розрахунками спеціалістів, на 2005 р. становили близько 1080 тис.м³ щорічно, при цьому відходи при лісових заготівлях – 837,6 тис.м³, деревообробці – 146,6 тис.м³ кускових відходів і 96 тис.м³ м'яких відходів (тирси тощо).

У містах і селищах міського типу України щорічно накопичується близько 40,0 млн м³ побутового сміття, а обсяги накопичення промислових відходів у перерахунку на одиницю площі, майже на порядок перевищують показники розвинених країн, а також Росії. Враховуючи вартість українських земель, навіть без підрахунків, стає зрозумілою, які економічні збитки має Україна від розміщення зазначених відходів. Золотшлякові відходи 25 великих ТЕС на території України становлять 300 млн. т., а в Донецько-Придніпровському регіоні виходить близько 30% відходів виробництва і супутніх продуктів харчової промисловості. Всі ці відходи підлягають раціональній переробці та знешкодженню з отриманням додаткових обсягів альтернативних енергоносіїв.

Постановою Кабінету Міністрів України від 31.12.97р. №1505 було схвалено Програму державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та маленької гідро- та теплоенергетики (Програму НВДЕ), яким було окреслено напрямок збільшення обсягів

залучення до паливно-енергетичної бази України нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії та характерних для кожного регіону альтернативних видів палива.

Програмою НВДЕ, сукупно з КДПЕ, визначено заходи з енергозбереження в провідних областях і терміни їх впровадження, які передбачають реалізацію прогнозних економічно доцільних показників потенціалу енергозбереження в 2005 році - 58,7-65,7 млн. т. у. п., в 2010 році заощадження енергоносіїв можуть становити 77,7-93,3 млн т у. п. Капітальними витратами відповідно 33,1-36,5 – 46,5-52,7 млрд грн. Стратегічним завданням Програми НВДЕ було досягнення до 2010 р. економії традиційних паливно-енергетичних ресурсів за рахунок використання нетрадиційних джерел енергії та альтернативних видів палива в обсязі 8-10% загального споживання енергоресурсів в Україні.

На виконання завдань Програми НВДЕ у 2000 р. Верховною Радою України прийнято Закон України "Про альтернативні види рідкого та газового палива", тобто вперше в Україні прийнято законопроект, який на державному рівні сприяє розвитку використання НВДЕ та визначає правові, соціальні, економічні, екологічні та організаційні засади виробництва і споживання альтернативних видів рідкого та газового палива на основі залучення нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини. Верховною Радою України прийнято у другому читанні Закон України "Про альтернативні джерела енергії", який законодавчо визначив умови для максимального забезпечення потреб України в енергоносіях за рахунок

використання альтернативних нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, окреслив їх номенклатуру, визначив порядок видобутку та використання [2].

На 2000 рік, за рахунок впровадження заходів з використання нетрадиційної енергетики та альтернативних видів палива, які передбачені Програмою НВДЕ та здійснюються в більшості областей України, за період 1996 – 2000 р. без згубного впливу на навколишнє середовище було здобуто 23,9 млн. т у.п. енергоносіїв (у тому числі за 2000 рік цей показник склав 9,8 млн т у.п.) [2]. Завдяки цьому заощаджено значні обсяги традиційних енергоносіїв і коштів з державного бюджету на їх імпортування.

За підрахунками Інституту відновлюваної енергетики Національної академії наук станом на кінець 2014р. річний технічно досяжний енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії в Україні досягає 68,6 млн тонн нафтового еквіваленту, що становить близько 50 % загального енергоспоживання в Україні. Основними напрямками використання відновлюваних джерел енергії в Україні, закріпленими законодавчо, є вітрова енергія, сонячна енергія, енергія річок, енергія біомаси, геотермальна енергія, енергія навколишнього природного середовища з використанням теплових насосів.

На кінець першого півріччя 2014 року загальна електрична потужність об'єктів відновлюваної енергетики, які працюють за “зеленим” тарифом, в Україні становила 1419 МВт, з яких загальна потужність вітроелектростанцій – 497 МВт, сонячних електростанцій – 819 МВт, малих гідроелектростанцій – 77 МВт,

об'єктів виробництва електроенергії з біомаси та біогазу – 26 МВт. Встановлена потужність об'єктів, що виробляють теплову енергію з відновлюваних джерел енергії, перевищила 1070 МВт [1].

Для вітчизняної відновлюваної енергетики, темпи розвитку якої не тільки збереглися, але і суттєво збільшилися, 2013 рік в цілому став показовим. Так, саме у 2013 році встановлена потужність об'єктів відновлюваної енергетики майже подвоїлась та перевищила 1 ГВт, а річний обсяг виробленої з відновлюваних джерел електроенергії ще у вересні перевищив 1 млрд. кВт•г. Укладено перший контракт на постачання вітрогенераторів вітчизняного виробництва до Казахстану.

Для стимулювання розвитку відновлюваної енергетики, використання відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива в Україні у Податковому і Митному кодексах України містяться положення, якими передбачається:

- зниження податку на землю для підприємств відновлюваної енергетики та звільнення від оподаткування:

- прибутку від основної діяльності компаній у сфері енергетики, які виробляють електроенергію з відновлюваних джерел;

- прибутку виробників біопалива, отриманого від продажу біопалива;

- прибутку підприємств, отриманого від діяльності з одночасного виробництва електричної і теплової енергії та/або виробництва теплової енергії з використанням біологічних видів палива;

- прибутку виробників техніки, обладнання та устаткування для ви-

готовлення та реконструкції технічних і транспортних засобів, які споживають біологічні види палива;

звільнення від обкладення податком на додану вартість операцій із ввезення на митну територію України устаткування, яке працює на відновлюваних джерелах енергії, обладнання і матеріалів для виробництва альтернативних видів палива або для виробництва енергії з відновлюваних джерел енергії, а також звільнення від сплати ввізного мита зазначеного устаткування, обладнання і матеріалів.

Кабінет Міністрів України розпорядженням від 24 липня 2013 р. № 1071 схвалив оновлену Енергетичну стратегію України на період до 2030 року, якою визначено, що освоєння відновлюваних джерел енергії є важливим фактором підвищення рівня енергетичної безпеки та зниження антропогенного впливу енергетики на навколишнє природне середовище. Масштабне використання потенціалу відновлюваних джерел енергії в Україні має не тільки внутрішнє, а і значне міжнародне значення як вагомий чинник протидії глобальним змінам клімату в цілому, покращення загального стану енергетичної безпеки Європи. Згідно із зазначеною Стратегією попит на електроенергію в Україні у 2030 році за базовим сценарієм на 50 відсотків перевищить рівень 2010 року. Це буде зумовлено збільшенням обсягу споживання електроенергії в промисловості (на 55 відсотків) та у сфері послуг (на 100 відсотків). Такий прогноз споживання електроенергії визначено з урахуванням ефекту від впровадження заходів з енергозбереження. Передбачається збільшення частки

відновлюваних джерел енергії у загальному балансі встановлених потужностей до рівня близько 20 % до 2020 року, що за базовим сценарієм становить 12,1 ГВт (з урахуванням великих гідроелектростанцій), а обсяг виробництва електроенергії – 25 ТВт•г. Базовий сценарій попиту на електроенергію передбачає зниження електроємності внутрішнього валового продукту приблизно на 40 % [1].

У вересні 2010 року підписаний Протокол про приєднання України до Договору про заснування Енергетичного співтовариства, який у подальшому ратифікований Законом України від 15 грудня 2010 р. “Про ратифікацію Протоколу про приєднання України до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства”. Згідно цього Закону з 1 лютого 2011 р. Україна стала повноправним членом Енергетичного Співтовариства.

У жовтні 2012 року ухвалено Рішення Ради Міністрів Енергетичного Співтовариства D/2012/04/МС-ЕпС “Про впровадження Директиви 2009/28/ЄС і внесення змін до Статті 20 Договору про заснування Енергетичного Співтовариства”, згідно з яким кожна Сторона за Договору повинна ввести в дію закони, нормативно-правові та адміністративні положення, необхідні для виконання вимог Директиви Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС від 23 квітня 2009 р. про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел, якою вносяться зміни, а в подальшому скасовуються Директиви 2001/77/ЄС та 2003/30/ЄС.

Директивою 2009/28/ЄС встановлюються обов’язкові національні цілі

у сфері відновлюваної енергетики передусім для того, щоб надати певні гарантії інвесторам та зацікавити до розвитку новітніх технологій та інновацій у цій сфері. Одночасно запроваджуються досить жорсткі вимоги щодо критеріїв сталого виробництва біопалив та скорочення викидів парникових газів в атмосферу. Згідно з Рішенням D/2012/04/МС-ЕпС Україна взяла на себе зобов'язання до 2020 року досягти рівня 11 відсотків енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії в загальній структурі енергоспоживання країни, що слугуватиме потужним стимулом для подальшого розвитку використання відновлюваних джерел енергії в Україні.

Участь в Енергетичному Співтоваристві дає Україні можливості для запровадження на внутрішньому ринку конкуренції, європейських технічних стандартів і прозорих правил регулювання, кращого інвестиційного клімату. Це також означає глибшу інтеграцію українського енергетичного сектору до ринків країн-членів, посилення власної енергетичної безпеки. Перевагою членства в цій організації є також додаткові можливості для країн-членів у залученні міжнародних кредитів та технічної допомоги.

Зобов'язуваннями які взяла на себе Україна із вступом до Енергетичного Співтовариства, затвердженими Урядом програмними документами у сфері енергетики (зокрема Державна цільова економічна програма енергоефективності та розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2015 роки, Енергетична стратегія України на

період до 2030 року) та динаміка розвитку відновлюваної енергетики в країні у досягненні обов'язкових індикативних цілей передбачається інтенсивний розвиток біоенергетики.

Галузь біоенергетики в Україні має чи не найбільший потенціал розвитку. Це обумовлено особливостями клімату, потенціалом аграрного сектору і наявністю необхідної робочої сили. Найбільший енергетичний потенціал в Україні мають такі види біомаси як сільськогосподарські культури, відходи деревини, рідкі види палива з біомаси, біологічна складова твердих побутових відходів, біогаз. За різними оцінками потенційно встановлена потужність у сегменті біоенергетики становить 15 ГВт.

Проте реалізація наявного потенціалу біоенергетики ускладнюється тим, що не розвинуті інфраструктура та сировинна база, які необхідні для забезпечення безперебійних поставок сировини, низький рівень розвитку галузей – постачальників устаткування, а також малий обсяг генерації кожного окремого об'єкта. У зв'язку з цим динаміка виробництва електричної енергії з біомаси відстає від електрогенерації на базі інших відновлюваних джерел енергії. Однак використання біомаси може стати важливою складовою у балансі виробництва теплової енергії. При цьому важливу роль має відіграти запровадження стимулюючого тарифоутворення на теплову генерацію з відновлюваних джерел енергії та розвиток ринку енергетичної біомаси в Україні.

З урахуванням досвіду впровадження біоенергетичних установок європейськими країнами із схожим потенціалом біоенергетики, а також з

огляду на зниження собівартості будівництва біоенергетичних електростанцій у результаті вдосконалення технологій в Україні шляхом будівництва та введення в експлуатацію нових потужностей біогенерації виробництва електроенергії з біомаси може бути збільшено до 1100 ГВт•г у 2015 році (загальною потужністю 250 МВт) та до 4220 ГВт•г у 2020 році (загальною потужністю 950 МВт).

У транспортному секторі поки що не спостерігається тенденція до значного збільшення обсягу використання енергоносіїв, отриманих з відновлюваних джерел енергії. На сьогодні виробництво біодизеля в промислових масштабах в Україні відсутнє. За різними даними обсяги виробництва біодизельного палива становить близько 20 тис. тонн на рік (переважно фермерами на малопотужному устаткуванні та для власних потреб).

У 2012 році прийнято Закон України “Про внесення змін до деяких законів України щодо виробництва та використання моторних палив з вмістом біокомпонентів”, яким запроваджено обов’язковий вміст біоетанолу в бензинах моторних, що виробляються та/або реалізуються на території України. Для виконання положень цього Закону потрібно виробляти близько 250 тис. тонн біоетанолу. Проте сьогодні його виробництво становить близько 50 тис. тонн на рік.

За активного розвитку генерації на базі відновлюваних джерел енергії необхідно передбачити механізми забезпечення збільшення маневрових потужностей. При цьому збільшення встановленої потужності відновлюваних джерел енергії повинне здійс-

нюватися в межах, які технологічно припустимі для збереження надійної роботи енергосистеми України. Під час збільшення обсягів виробництва електроенергії на базі відновлюваних джерел енергії потрібно здійснити модернізацію мереж для переходу до так званих smart grids, або “розумних мереж”. У разі збільшення обсягів виробництва електроенергії на базі відновлюваних джерел енергії системний оператор Об’єднаної енергетичної системи України повинен забезпечити проходження добового графіка навантаження з урахуванням найбільш ефективного та безпечного використання всіх видів генерації.

На сьогодні в Україні вже є позитивні приклади використання нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії: використання вітрової енергії за допомогою вітрових електростанцій, сонячної енергії, енергії невеликих річок, геотермальної теплової енергії, штучних горючих промислових газів, метану вугільних родовищ, скидного енергетичного потенціалу, біомаси та видобутого з неї біогазу і т.п. При цьому, однак, слід зазначити, що деяким з більшості областей України, які використовують НВДЕ, у зв’язку з їх кліматичними умовами та специфікою розвитку матеріально-сировинної бази, доцільно, в першу чергу, спрямовувати свої зусилля на розвиток найбільш оптимальних для них по ефективності напрямків використання НВДЕ та створювати демонстраційні об’єкти з цих напрямків.

Обнадійливим є зростаюче усвідомлення підприємствами нагальної потреби щодо підвищення енергоефективності виробництва в комплексі з екологічною безпекою отримання енергоносіїв та використання з цією

метою альтернативних джерел, відходів і знешкоджених, згубних для навколишнього середовища, викидів як додаткового джерела енергоресурсів. Так, зокрема:

- Закарпатській області проведено реконструкцію котельні ТОВ "Ено-Ужгород" з використанням відходів деревини для обігріву виробничих, допоміжних приміщень та для технологічних потреб. Зекономлено близько 12,0 тис. т у.п.;

- Одеській області в експериментальному цеху НВФ "Вторкомполіт" перероблений 81,1 т відпрацьованих автомобільних покришок (2590 штук), з яких виготовлена гумова крихта, заготовки плоских фрагментів покришок, теплоізоляційні матеріали та сировина для виробництва поліамідного грануляту, що еквівалентно збереженню 670 т у.п.;

- Черкаській області Українським енергетичним консорціумом розпочато відновні роботи на Корсунь-Шевченківській ГЕС. На сьогодні виготовлена проектно-кошторисна документація вартістю понад 40 тис. грн., якою передбачено виконання капітального ремонту греблі на суму 5,4 млн. грн. Крім того, вже відремонтовані обидва гідроагрегати.

Державним комітетом України з енергозбереження, з метою виконання політики з енергозбереження, здійснюється підтримка впровадження енергоефективних проектів в різних областях суспільного виробництва України. Представлені пропозиції щодо створення виробництва мазутоподібного палива та подібних продуктів на базі прогресивного обладнання для зріджування низькосортного вугілля (приватна фірма "Олета" м. Дніпропетровськ). Мазутоподібне

паливо використовується в сільському та комунальному господарстві та металургійній галузі. Загальна потреба в такому паливі перевищує 2 млн. тонн на рік.

Інститутом газу НАН України розроблено технологію і спеціальні пальникові пристрої для ефективного спалювання біогазу з міських очисних споруд у котельнях Бортницької станції аерації ДКО "Київводоканал". Передбачається, що котел з зазначеними пальниками буде надійно працювати при споживанні біогазу від 180 до 954 м³ / год, що забезпечить потужність до 6,5 т / год пару, відсутність втрат теплоти від хімічної неповноти згорання в діапазоні регулювання пальників від 40 до 100%; при цьому ККД котла при максимальній потужності досягне 91%. Розробка пропонується для впровадження та розповсюдження на енергетичних установках, де в якості палива використовується біогаз.

Висновки

Одним із основних завдань в Законах, які регламентують упровадження нетрадиційної енергетики та альтернативних видів палива, є зменшення негативного впливу на стан навколишнього середовища за рахунок використання альтернативної енергії, дотримання екологічної безпеки виробництва, транспортування, збереження і споживання виробленої енергії.

Розвиток сфери альтернативних джерел енергії передбачає також переорієнтацію значної кількості українських науково-дослідних і проектно-конструкторських установ, промислових підприємств на розро-

бку та виготовлення конкурентоспроможного енергетичного обладнання для екологічно чистої альтернативної енергетики, яке буде використовуватися для створення енергогенеруючих об'єктів альтернативної енергетики в Україні, а також, в значній мірі, може бути направлено на експорт. Планується також спрямувати зусилля вказаних установ на розробку енергоефективних технологій видобутку енергоресурсів з нетрадиційних джерел енергії та використання альтернативного палива. Це, крім основного ефекту, додатково сприятиме створенню нових робочих місць та підтримці вітчизняного виробництва.

Позитивна динаміка розвитку відновлюваної енергетики є результатом послідовної державної політики, спрямованої на розвиток сфери використання відновлюваних джерел енергії, що забезпечує підвищення екологічної та енергетичної безпеки, розвиток промисловості та диверсифікацію джерел енергії.

Збільшення обсягів впровадження заходів з енергозбереження позитивно впливає на скорочення викидів в атмосферу антропогенних газів, які виникають в промислових процесах виробництва енергоносіїв. Зменшення або знешкодження шкідливих викидів шляхом їх раціонального використання на промислових об'єктах у більшості випадків дає можливість отримувати додаткові обсяги енергоносіїв, які використовуються не повністю.

У зв'язку з цим доцільно направити грошові надходження, отримані (при здійсненні реальних продаж) за рахунок продажу квот на знешкодження викидів антропогенних газів

та теплового забруднення навколишнього середовища відповідно до Кіотського Протоколу до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату розробки та залучення новітніх технологій, необхідного обладнання та устаткування в сферу енергозбереження, яке включає, зокрема, і області промисловості в суспільному виробництві України.

Загальне виробництво механічної, теплової та електричної енергії на діючих газопроводах дозволяє забезпечити перекачку необхідної кількості додаткового газу без додаткового застосування палива, оскільки перекачування газу новими газопроводами, спорудженими в існуючих коридорах, здійснюється із застосуванням електроприводу при незначних втратах електроенергії, яка передається від компресорних станцій діючих газопроводів до нових на невелику відстань.

Використання паливного етанолу дасть можливість реально зменшити за нинішніх умов щорічне споживання рідкого моторного палива на 0,5 млн т. (при застосуванні 8-10% добавки до бензину). Більш істотного зменшення споживання рідкого моторного палива можна досягти лише за умови наполегливої реалізації спеціальних заходів, спрямованих на збільшення обсягів виробництва паливного етанолу (створення енергетичних плантацій для вирощування культур, з яких отримують етанол, підвищення врожайності цих культур, диверсифікації джерел отримання сировини для виробництва етанолу та т.п.) [2].

Реалізація в повному обсязі положень цього Національного плану дій дасть змогу:

підвищити рівень енергетичної незалежності України;

збільшити частку енергоносіїв, вироблених з відновлюваних джерел енергії, у структурі загального кінцевого енергоспоживання України у 2020 році до рівня не менш як 11 %;

оптимізувати структуру паливно-енергетичного балансу України, зокрема, забезпечити до 2020 року зменшення використання енергоносіїв традиційного походження в обсязі 35 млн тонн нафтового еквіваленту;

удосконалити механізм державного управління і регулювання у сфері відновлюваних джерел енергії;

забезпечити більш широке залучення об'єктів інтелектуальної влас-

ності до процесу розвитку сфери відновлюваних джерел енергії;

підвищити рівень конкурентоспроможності національної економіки;

покращити екологічну ситуацію у державі шляхом зменшення обсягів викидів шкідливих речовин, що утворюються під час згоряння органічного палива, в атмосферу;

підвищити рівень розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії до вимог Європейського Союзу та положень Енергетичної Хартії;

забезпечити реновацію основних фондів в енергетиці України;

створити робочі місця в енергетиці та інших галузях промисловості.

Література

1. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року.
2. Щокин А.Р., Колесник Ю.В. Взаимосвязь проблем экологии и мероприятий по энергосбережению – определяющий фактор развития экономики государства // Электронный журнал энергосервисной компании "Экологические системы", 2003. – № 7(19).

ЕКОЛОГІЯ І ВИРОБНИЦТВО

УДК 581.557.24:546.36

ACCUMULATION OF CAESIUM BY ARBUSCULAR MYCORRHIZAL SYMBIOSES ON A CELLULAR LEVEL

Sergiy Dubchak

Ph.D. in Biology, Associate Professor,
State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management,
V. Lypkivsky str. 35, 03035, build. 2,
sergiy.dubchak@yahoo.com

The distribution of stable ^{133}Cs isotope in structures of arbuscular mycorrhizal fungi *Glomus intraradices* and *Glomus mosseae* as well as in root tissues of *Plantago lanceolata* on the microscopic level is studied. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in caesium accumulation in plant root system and impact of high caesium concentrations in soil on mycorrhizal colonization parameters were considered. The comparative analysis of caesium and potassium uptake by mycorrhizal and nonmycorrhizal *P. lanceolata* was conducted. It was found that arbuscular mycorrhizal fungi could participate in accumulation and transport of Cs to plants. The obtained results suggest that mycorrhiza limits caesium transfer and at the same time enhances potassium transport to aboveground part of plants. **Keywords:** caesium, arbuscular mycorrhiza, scanning electron microscopy, arbuscular mycorrhizal fungi, mycorrhizal colonization.

Накопичення цезію арбускулярними мікоризними симбіозами на клітинному рівні. Сергій Валерійович Дубчак. Досліджено розподіл стабільного ізотопу ^{133}Cs на мікроскопічному рівні в структурах арбускулярних мікоризних грибів *Glomus intraradices* і *Glomus mosseae*, а також в корневих тканинах рослин *Plantago lanceolata*. Розглянуто роль арбускулярних мікоризних грибів у накопичення цезію в корневій системі рослин та вплив високих концентрацій цезію в ґрунті на параметри мікоризної колонізації. Проведено порівняльний аналіз накопичення цезію і калію мікоризованими і немікоризованими рослинами *P. lanceolata*. Встановлено, що арбускулярні мікоризні гриби можуть брати участь в накопиченні Cs та в його переносі до рослин. Отримані результати свідчать про те, що мікориза обмежує надходження цезію, і в той же час збільшує накопичення калію в надземній частині рослин. **Ключові слова:** цезій, арбускулярна мікориза, сканувальна електронна мікроскопія, арбускулярні мікоризні гриби, мікоризна колонізація.

Накопление цезия арбускулярными микоризными симбиозами на клеточном уровне. Сергей Валериевич Дубчак. Исследовано распределение стабильного изотопа ^{133}Cs на микроскопическом уровне в структурах арбускулярных микоризных грибов *Glomus intraradices* и *Glomus mosseae*, а также в корневых тканях растений *Plantago lanceolata*. Рассмотрена роль арбускулярных микоризных грибов в накоплении цезия в корневой системе растений и влияние высоких концентраций цезия в почве на параметры микоризной колонизации. Проведен сравнительный анализ накопления цезия и калия микоризованными и немикоризованными растениями *P. lanceolata*. Установлено, что арбускулярные микоризные грибы могут участвовать в накоплении Cs и в его переносе к растениям. Полученные результаты свидетельствуют о том, что микориза ограничивает поступление цезия, и в то же время увеличивает накопление калия в надземной части растений. *Ключевые слова:* цезий, арбускулярная микориза, сканирующая электронная микроскопия, арбускулярные микоризные грибы, микоризная колонизация.

Statement of the problem. The naturally occurring stable ^{133}Cs , whose main natural source is pollucite (an aluminosilicate mineral) is the rarest of alkali metals with petty economic value. Up to date, no substantial biological role of caesium has been found, although its trace quantities occur in most living organisms [1]. The average concentration of ^{133}Cs in different soil types varies between 0.3 and 25.7 mg·kg⁻¹ dry soil weight. This corresponds to micromolar Cs⁺ concentrations in soil solutions. ^{133}Cs is the only stable caesium isotope, however it exists in various isotopic forms with atomic masses in the range from ^{112}Cs to ^{151}Cs [2]. The extended interest to caesium properties was arisen in recent several decades due to numerous releases (totally about 10¹⁸ Bq) of long-lived ^{137}Cs radioisotope to the environment after nuclear weapon tests and nuclear accidents resulting in contamination of large areas [3].

The significant part of radiocaesium isotopes in the soil is accumulated and retained in “immobile” condition for a long time. The mycorrhizal fungi make a considerable contribution to this process. Their mycelia could slow down the vertical migration of radiocaesium in soils and consequently maintain this radionuclide in

upper soil layers replete with plant roots and mycorrhizal mycelium. In turn, the radiocaesium immobilized in fungal structures could be transferred by the mycelia to their plant hosts [4].

Analysis of recent studies and publications. It was demonstrated that wide number of soil fungal species are involved in radiocaesium immobilization including arbuscular mycorrhizal (AM) fungi [5]. These fungi are important participants in the Cs cycle in the upper layers soils. They have strong impact on mobility of radiocaesium in the soil and result to unavailability of this radionuclide to the other components in various terrestrial ecosystems [6].

The role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi on the acquisition of radiocaesium by plants remains poorly understood and rather controversial. Also, the concentration of potassium in the soil could have interfered with the capacity of AM fungi to accumulate or transport Cs. Furthermore, the various AM fungi and plants studied could also explain the controversial conclusions obtained, since AM fungi and plants have probably different capacity to accumulate and transport radiocaesium. As a consequence, it was successively suspected that AM fungi could accumu-

late radiocaesium in their extraradical or intraradical structures, transport Cs to their hosts and influence on its distribution among plant roots/shoots [7].

In addition, only a few pilot studies were related to analysis of caesium uptake and distribution in plant root tissues and AM fungal structures at cellular level [8,9]. Thus, the evidence of AM fungi participation in caesium accumulation and transport to plants was shown in from results of X-ray microanalysis of *Plantago lanceolata* mycorrhizal root material using the stable ^{133}Cs isotope [9]. Being added in moderate concentration ($400 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) to the soil substrate as the complete analogue of radiocaesium, caesium was found both in extraradical and intraradical structures of AM fungi used in this research.

Objectives of research. Accordingly, the objectives of this work were therefore to identify the capacity of AM fungi to take up and transfer stable caesium isotope (^{133}Cs) to their hosts and, to study the influence of arbuscular mycorrhiza stable caesium uptake by plants and reveal the capacity of AM fungi to accumulate Cs isotopes in their extraradical and intraradical structures.

The main material of the study. The pot substrata for plant cultivation were composed of sterilized sand and clay (volumetric proportion v:v = 3:1) and fertilized with the rock phosphate ($50 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ of substrate). The sand was preliminarily sterilized (heated twice in the electric oven for 1 hour at 100°C with 48 hours interval in between). Two weeks after the sterilization, the clay and rock phosphate were added to the sand, and the prepared mixture was saturated with solutions containing stable ^{133}Cs isotope. The caesium

source (in form of caesium carbonate powder Cs_2CO_3 obtained from Sigma-Aldrich) was dissolved in deionised water. According to the pilot experiments related to impact of different levels of stable caesium in the soil on *Plantago lanceolata* plants as a model species, the distinct and strong toxic inhibition of plant growth (death of more than 70 % of plants during first two weeks, smaller size and yellowish colours of shoots) was observed at $1000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of ^{133}Cs concentration in the soil. Based on these results, the caesium concentration in substrata was adjusted as $400 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ that is below the inhibition level and thus minimizes Cs toxic impact on plants.

The pH of prepared CsCO_3 solutions was adjusted to 6.5 with 10 % KOH. The substrata in pots were watered with caesium solutions from bellow using a capillary system, according to the technique developed by Walker and Lewis [10]. It allowed reaching the homogeneous distribution of caesium isotopes though the pot volume. The mass of substratum in each pot was 1.3 kg.

Plantago lanceolata L. as a plant species capable to form efficient association with a broad range of AM fungi was selected for our study. This plant was chosen due to its prevalence in diverse habitats as well as widespread application in biological studies as model mycorrhizal species [11]. The plants were cultivated in the presence or absence of the following AM fungal species: *Glomus intraradices* (syn. *Rhizophagus intraradices*; strain BIO, obtained from BIORIZE, Dijon, France); *Glomus mosseae* (syn. *Funneliformis mosseae*; strain BEG 12, obtained from Banque Européenne des Glomeromycota). The AM fungal inoculum of *G. in-*

traradices or *G. mosseae* (ca. 5 g inoculum per pot) was added to the substrata simultaneously with seedlings of *P. lanceolata*.

The plants were cultivated for three months in pots sealed in transparent Sun bags (SigmaTM Aldrich, Poznan, Poland) kept in a growth chamber at 20 °C, with a photoperiod of 12 h light and 12 h darkness and at photosynthetic photon flux density $30 \pm 6 \mu\text{mol}\cdot(\text{s}\cdot\text{m}^2)^{-1}$.

The scanning electron microscopy (SEM) and energy-dispersive X-ray microanalysis (EDX) were applied to analyse the uptake and distribution of ^{133}Cs in plant root tissues and AM fungal structures at cellular level. The biological samples were prepared according to the procedure described by Tylko [12]. The roots of mycorrhizal and nonmycorrhizal *P. lanceolata* cultivated on substrata spiked with stable Cs ($400 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) were dug out, washed in distilled water to remove soil grains and gently dried with filter paper. Young parts of plant roots were first analysed with light microscope, and root fragments with distinctly visible attached extraradical AM fungal hyphae were selected for the further treatment and analysis. These roots were dissected and cut into pieces of about 5 mm long. Then, root samples were collected into bundles (10–15 pieces of roots), immersed in a OCT compound (Sakura Finetek Europe, NL) and quickly plunge frozen in isopentan pre-cooled to $-145 \text{ }^\circ\text{C}$ with liquid nitrogen. Frozen standards were cut in cryomicrotome into $30 \mu\text{m}$ sections at $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ (Shandon OT, Astmoor, Runcorn, Cheshire, UK) and placed into pre-cooled adhesive graphite laminas. Dried specimens were coated with 15 nm layer of carbon to prevent

charging (JEE 4B, JEOL, Tokyo, Japan).

The prepared specimens were analysed using JEOL JSM 5410 scanning electron microscope equipped with Noran energy-dispersive spectrometer (Noran Instruments Inc., WI, USA). Elemental analyses were performed at plant cell walls of cortical and vascular tissues of *P. lanceolata* and structures of AM fungi *G. intraradices* and *G. mosseae* in both in point and raster mode. During the measurements the electron beam was focused on the walls of cortex and vascular tissues as well as on fungal structures (arbuscules, extraradical hyphae), where the dead-time was about 25 – 30 %. The concentration of Cs was calculated using its L_α emission line in X-ray spectrum ($E_{\text{emis}} = 4.286 \text{ keV}$, critical ionization energy $E_{\text{cr.ion}} = 5.714 \text{ keV}$), on the basis of gelatine standard with known concentration of caesium.

The statistical analysis of data was performed with Statistica 8 (Statsoft, Krakow) software. The parametric one way ANOVA test was applied. The normality of data distribution was checked by the Levene's test. The significance between treatment means was ranked by the Tukey's test for unequal numbers at $p < 0.05$. In cases of data on mycorrhizal colonization or when the transformation was not successful to obtain the normal distribution of data, the significance between treatment values was ranked by non-parametric U Mann-Whitney test with significance level $p < 0.05$.

The measured dry weights of roots and shoots of mycorrhizal and nonmycorrhizal *P. lanceolata* plants collected from soil treated with ^{133}Cs and non-polluted soil did not differ significantly.

No significant differences were also observed while two different AM fungal species were used for the experiment. Although, a tendency of higher biomass and shoot length in case of mycorrhizal plants grown both on ¹³³Cs spiked and non-spiked soil was visible.

Plants noninoculated with AM fungi had no structures typical for mycorrhizae. Significant differences in *P. lanceolata* plants colonization were found between two AM fungal species used. Much higher colonization parameters (frequency of mycorrhiza F, mycorrhizal intensity M, m and arbuscular richness A, a) were obtained in case of *G.*

intraradices than in *G. mosseae* (Fig. 1). In case of the second fungal species, the differences between AM colonization parameters of plants grown on Cs spiked and non-spiked substrata were not found, while significant differences were obtained for *G. intraradices* which colonization was reasonably lower in plants grown on soil spiked with ¹³³Cs.

The intraradical structures of both AM fungi were morphologically typical for *Arum* type of mycorrhizae. No morphological differences were observed between intraradical fungal structures in mycorrhizal roots between plants from Cs spiked and non-spiked soil.

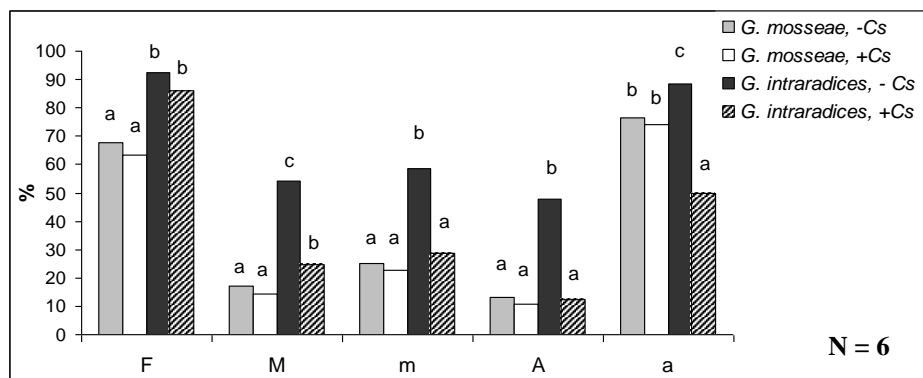


Figure 1. AM colonization parameters (% , medians) of *Plantago lanceolata* mycorrhizal with *Glomus mosseae* or *Glomus intraradices*: F%, frequency of mycorrhiza; M%, mycorrhizal colonization intensity for all roots; m%, mycorrhizal colonization intensity within individual mycorrhizal roots; A%, arbuscule richness for all roots; a%, arbuscule richness in root fragments where the arbuscules were present. Plants were cultivated on non-spiked soil (-Cs) and soil spiked with ¹³³Cs (+Cs, 400 mg·kg⁻¹); the different letters above bars mean statistically significant differences (p < 0.05).

Part 2. ¹³³Cs distribution in plant and AM fungal tissues on the microscopic scale.

The numerous arbuscules of *G. mosseae* and *G. intraradices* located within cortical layer cells were revealed in analysed root fragments of *P. lanceo-*

lata plants (Fig. 2A-D). The extraradical fungal hyphae was found at the outer surface of only few plant root pieces. *P. lanceolata* plants colonized with *G. intraradices* had nearly 60 % higher Cs concentration in cell walls of root cortex than nonmycorrhizal ones.

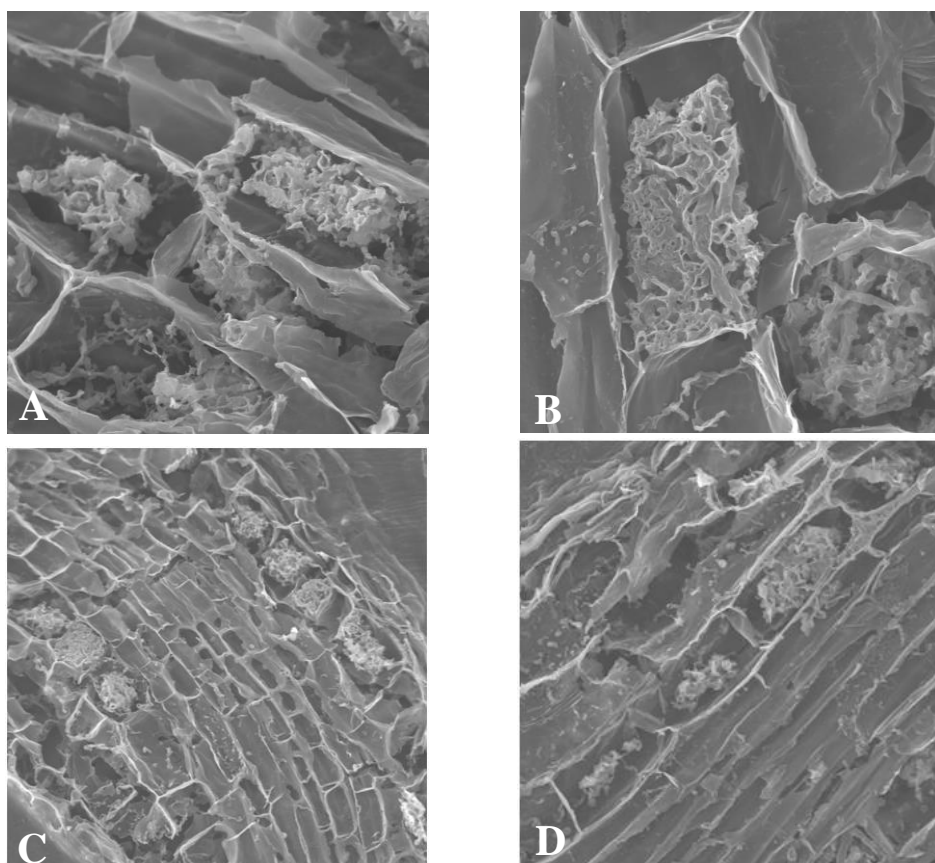


Figure 2. Arbuscules of *Glomus mosseae* (A, x1500; C, x500) and *Glomus intraradices* (B, x2000; D, x750) localized in cortical root cells of *Plantago lanceolata* grown on substrata spiked with ^{133}Cs ($400 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

At the same time, Cs concentration in root cortex of plants mycorrhizal with *G. mosseae* was ca. 50 % lower than that in nonmycorrhizal ones. The root vascular tissue of mycorrhizal and nonmycorrhizal plants was characterized by nearly the same levels of Cs content. No significant differences were found between Cs concentration in arbuscules and extraradical hyphae of both AM fungal species. Although, the moderate increase of Cs levels was noticed in arbuscules and extraradical hyphae of *G. intraradices* (ca. 10% and 14

% respectively) as compared to those of *G. mosseae* (Fig.3A).

The concentration of Cs in the cortex and vascular tissue of plants colonized with *G. mosseae* was approximately the same, whereas plants mycorrhizal with *G. intraradices* had about threefold higher Cs concentration in their root cortex than in the vascular tissue (Fig. 3A). This fact shows the significant reduction of Cs translocation to aboveground part of plants in case of their colonization with *G. intraradices*.

^{133}Cs is a stable isotope that reveals similar biochemical properties to K [13]. Therefore the concentration of potassium as the element having chemical affinity with caesium was measured as well. In the root cortex of nonmycorrhizal *P. lanceolata* plants it was respectively fivefold and twofold higher than those of plants colonized with *G. mosseae* and *G. intraradices* (Fig. 3B). The opposite tendency was revealed in vascular tissue of nonmycorrhizal

plants, where K concentration was respectively 24 % and 115 % lower than those of plants mycorrhizal with *G. mosseae* and *G. intraradices*. Similarly to Cs, the K concentration in structures of both AM fungi did not differ significantly, although arbuscules and extraradical hyphae of *G. intraradices* showed moderate increase of K concentration (15 % and 10% respectively) as compared to those of *G. mosseae* (Fig. 3B).

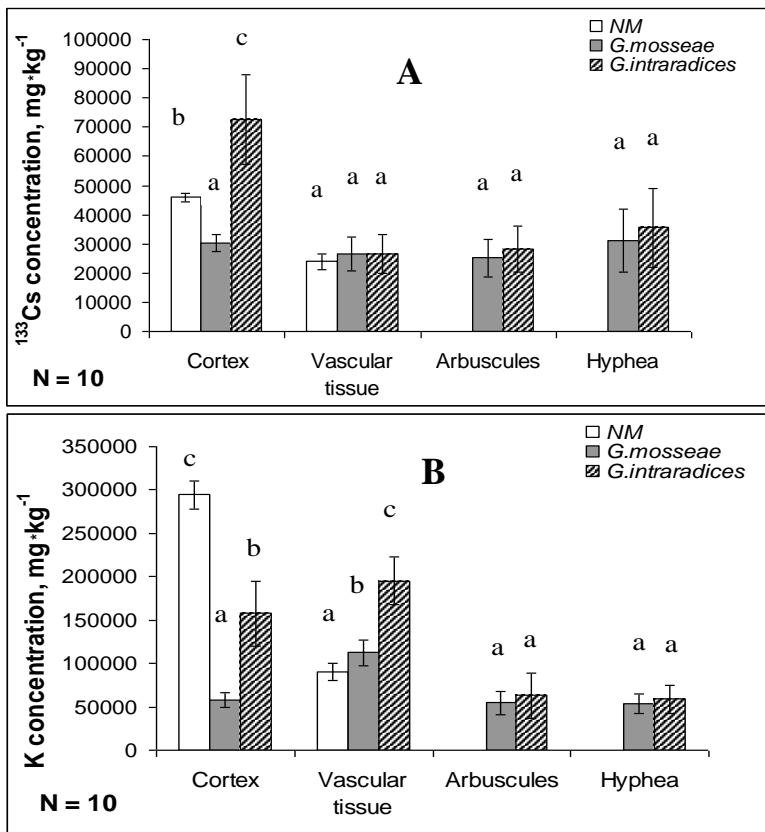


Figure 3. Concentrations of ^{133}Cs (A) and K (B) in cortex and vascular tissue of *Plantago lanceolata* mycorrhizal or not (NM) with *Glomus mosseae* or *Glomus intraradices*; arbuscules and extraradical hyphae of *Glomus mosseae* and *Glomus intraradices* ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Plants were cultivated on substrata spiked with ^{133}Cs ($400\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). The results are presented as mean \pm standard deviation; the different letters above bars mean statistically significant differences ($p < 0.05$).

The obtained results are in good agreement with the data of total reflection X-ray fluorescence analysis (TXRF) presented in [9] that demonstrate significant reduction of ^{133}Cs concentration in the root system (from 2200 to 1400 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) and aboveground organs (from 4300 to 3900 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) of *P. lanceolata* inoculated with *G. intraradices* as compared to nonmycorrhizal plants. At the same time, the colonization of *P. lanceolata* with AM fungus *G. mosseae* led to 25% and 37% increase of ^{133}Cs concentration in their aboveground parts as compared correspondingly to control plants and those inoculated *G. intraradices*.

The translocation of Cs and K within roots (i.e. the ratio of element concentrations in vascular and cortical root tissues) of plants colonized with *G. intraradices* and *G. mosseae* was different. Thus, the concentration of K in mycorrhizal plants raised in their vascular tissues in comparison with the root cortex, however such tendency was not noticed for Cs. Accordingly, the translocation of K from cortical to vascular tissue of mycorrhizal *P. lanceolata* plants was more intensive than Cs translocation within root tissues of these plants. It demonstrates that significant amount of Cs is retained in the root cortex of mycorrhizal plants since it is not transferred to vascular tissue, while K is more efficiently transported from cortical to vascular tissue. This result suggests that mycorrhiza limits the Cs transport and at the same time enhances the K transport to aboveground part of plants.

Conclusions. ^{133}Cs is a stable isotope which average environmental concentration in different soil types is from 2 to 3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ [1]. In the present re-

search Cs soil concentration (400 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) was nearly two orders higher than the natural ones. Although, in case of stable Cs there are no radiation effects, it was important to study effects of Cs presence on distribution of elements in plant tissues. Such studies are not possible with radioactive Cs isotopes due to low levels used and lack of equipment capable to distinguish distribution of elements in such case.

The significant differences in colonization degree of *P. lanceolata* plants with *G. intraradices* or *G. mosseae* revealed in the experiment confirm the results previously obtained by Calvet [14], who found a higher extent of *G. intraradices* colonization as compared with *G. mosseae*. Also *G. intraradices* was more sensitive to increased concentration of ^{133}Cs in the soil that testifies about its better availability in application for environmental monitoring. The effect of Cs on mycorrhizal colonization could be explained since this element, similarly to its chemical analogue K, is toxic for the mycorrhizal fungus at high concentrations in the soil [15].

The evidence of AM fungi participation in accumulation and transport of Cs to plants was shown from results of X-ray microanalysis for *P. lanceolata* root material. ^{133}Cs was found both in arbuscules and extraradical hyphae of *G. intraradices* and *G. mosseae* used in this study. The distribution of Cs and K in arbuscules and extraradical hyphae of both AM fungi correlated well, since ratios of K/Cs concentrations in these structures did not differ significantly. Such similarity in K and Cs localization suggests the existence of common uptake and translocation mechanisms for these elements by AM fungi. The similar conclusions were made by Dupré de

Boulois [6], who supposed that the uptake of Cs is mediated by K transporters as observed for plants.

Acknowledgements. This research project was supported by a Marie Curie

Early Stage Research Training Fellowship of the European Community's Sixth framework Programme under contract number MEST-CT-2005-020387.

References

1. Avery S. Fate of caesium in the environment: Distribution between the abiotic and biotic components of aquatic and terrestrial ecosystems // J. Environ Radioact. – 1996. – Vol. 30, No.2. – P. 139–171.
2. Audi G., Wapstra A. H., Thibault C., Blachot J., Bersillon O. The NUBASE evaluation of nuclear and decay properties // Nuclear Physics. – 2003. – Vol. 729. – P. 3–128.
3. Hirose K. Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident: summary of regional radioactive deposition monitoring results // J. Environ Radioact. – 2012. – Vol. 111. – P. 13–17.
4. Guillitte O., Melin J., Wallberg L. Biological pathways of radionuclides originating from the Chernobyl fallout in a boreal forest ecosystem // Sci. Total Environ. – 2003. – Vol. 157. – P. 207–215.
5. Rafferty B., Dawson D., Kliashtorin A. Decomposition in two pine forests: the mobilisation of ¹³⁷Cs and K from forest litter // Soil Biol Biochem. – 1997. – Vol. 29, No. 11–12. – P. 1673–1681.
6. Dupré de Boulois H., Joner E.J., Leyval C., Jakobsen I., Chen B.D., Roos P., Thiry Y., Ruyfikiri G., Delvaux B., Declerck S. Role and influence of mycorrhizal fungi on radiocaesium accumulation by plants // J. Environ Radioact. – 2008. – Vol. 99. – P. 785–800.
7. Gyuricza V., Declerck S., Dupré de Boulois H. Arbuscular mycorrhizal fungi decrease radiocaesium accumulation in *Medicago truncatula* // J. Environ Radioact. – 2010. – Vol. 101. – P. 591–596.
8. Kripka A. Use of the arbuscular mycorrhizal fungi for the phytoremediation of radioactive conaminants // PhD thesis. Institute of cell biology and genetic engineering, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv. – 2005. – 158 P.
9. Dubchak S. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on caesium uptake by plants // PhD thesis, Institute of Environmental Sciences, Jagiellonian University, Krakow, Poland. – 2013. – 143 p.
10. Walker C., Lewis M. Understanding cation exchange capacity and soil base saturation for improved soil interpretation // Loveland Products Inc. – 2005. – P. 12–19.
11. Bennett A.E., Bever J.D. Trade-offs between arbuscular mycorrhizal fungal competitive ability and host growth promotion in *Plantago lanceolata* // Ecologia. – 2002. – Vol. 160, No. 4. – P. 807–816.
12. Tylko G., Dubchak S., Banach Z., Turnau K. Monte Carlo simulation for an assessment of standard validity and quantitative X-ray microanalysis in plants // Proceedings of 11th European Workshop on Modern Applications in Microbeam Analysis, Gdynia. – 2010. – Vol. 7. – P. 1–8.
13. White P.J., Wiesel L., Broadley M.R. Cation channels and the uptake of radiocaesium by plants // In: Demidchik V., Maathuis F. (Eds.) // Ion Channels and Plant Stress Responses, Springer, Dordrecht, – 2010. – P. 47–67.
14. Calvet C., Estaún V., Camprub A., Hernández-Dorrego A. Aptitude for mycorrhizal root colonization in *Prunus* rootstocks // Scientia Horticulturae. – 2004. – Vol. 100. – P. 39–49.
15. Hampton C.R., Broadley M.R., White P.J. Short Review: the mechanisms of radiocaesium uptake by Arabidopsis roots // Nukleonika. – 2005. – Vol. 50. – P. 3–8.

ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТА ШКІДЛИВИХ ЧИННИКІВ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ НА ЗРУЙНОВАНИХ БУДІВЛЯХ

Консуров М.О.

Національний університет цивільного захисту України,
вул. Чернишевська, 94, 61023, м. Харків
vinogradov@nuczu.edu.ua

Визначено кількісні показники небезпечних та шкідливих чинників аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях: концентрація пилу в повітрі робочої зони рятувальника в умовах завалу, рівень шуму, що діє на персонал та постраждалих під час руйнування будівельних конструкцій при розбиранні завалу та рівень локальної вібрації, що діє на рятувальника при роботі з аварійно-рятувальним інструментом. *Ключові слова:* аварія, аварійно-рятувальні роботи, небезпечні та шкідливі чинники, концентрація пилу, рівень шуму, рівень вібрації, робоча зона.

Определение опасных и вредных факторов аварийно-спасательных работ на разрушенных зданиях. Консуров Н.О. В статье определены количественные показатели опасных и вредных факторов аварийно-спасательных работ на разрушенных зданиях: концентрацию пыли в воздухе рабочей зоны спасателя в условиях завала, уровень шума, действующего на персонал и пострадавших во время разрушения строительных конструкций при разборке завала и уровень локальной вибрации, действующей на спасателя при работе с аварийно-спасательным инструментом. *Ключевые слова:* авария, аварийно-спасательные работы, опасные и вредные факторы, концентрация пыли, уровень шума, уровень вибрации, рабочая зона.

Determination of hazardous and harmful factors of rescue works on destroyed buildings. **Konsurov M.** In the paper defined quantitative indicators of hazardous and harmful factors rescue works in destroyed buildings: the concentration of dust in the air of working zone rescuer in the conditions of abatis, noise level wich operating for staff and affected in time of destruction of the building construction at dismantling of the abatis and the level of local Vibration acting on working with rescue tool. *Keywords:* accident, rescue works, hazardous and harmful factors, dust, noise level, vibration level, the working area.

Протягом свого існування людство постійно вимушене боротися з наслідками аварій, що пов'язані з руйнуванням будівель. За роки незалежності в результаті аварій з руйнуванням будівель в Україні загинуло понад 200 осіб [1]. Оцінити кількість загиблих на зруйнованих будівлях під час бойових дій на

Донбасі в 2014-2015 рр. поки неможливо.

Особливістю аварій, що пов'язані з руйнуванням будівель, є утворення різного роду завалів, які являють собою купу уламків будівельних конструкцій, обладнання, меблів та інженерних комунікацій [2-8]. У більшості випадків в структурі завалу

завжди присутні габаритні елементи з великими пустотами, в яких можуть знаходитись люди.

Для ліквідації наслідків аварій, пов'язаних з руйнуванням елементів будівельних конструкцій, та рятування постраждалих проводять аварійно-рятувальні роботи (АРР), спрямовані на пошук, рятування і захист населення, уникнення руйнувань і матеріальних збитків, локалізацію зони впливу небезпечних чинників, ліквідацію чинників, що унеможливають проведення таких робіт або загрожують життю рятувальників [9].

Аварійно-рятувальні дії на зруйнованих будівлях включають пошуково-рятувальні та невідкладні аварійно-відновлювальні роботи [7, 8]. При цьому здійснюються: розвідка зони аварії, пошук постраждалих, звільнення постраждалих з-під уламків, надання їм невідкладної медичної допомоги та транспортування їх до пункту прийому. [4-6, 10].

Найбільш працевитратним є етап звільнення постраждалих з завалів. Деблокування та звільнення постраждалих з завалів може здійснюватися шляхом [4-8]:

- розбирання завалу зверху;
- влаштування лазу в завалі;
- улаштування галереї.

Під час виконання робіт рятувальникам необхідно укріплювати або руйнувати будівлі, деблокувати постраждалих після ручного вилучення уламків конструкцій [7].

Для скорочення працевитрат на руйнування конструкцій аварійно-рятувальні формування використовують аварійно-рятувальний інструмент.

До механізованого аварійно-рятувального інструменту для руйнування конструкцій віднесено мотопили

з приставками для різання металів, машини електричні шліфувальні для різання металів, машини пневматичні шліфувальні для різання металів, мотота електропили для пиляння дерева, відбійні молотки, бетоноломи, перфоратори та бури з різним видом приводу для руйнування бетону, скельних порід та інших подібних матеріалів.

Не залежно від приводу і виконання, при роботі рятувальників з АРР виникають небезпечні та шкідливі чинники аварійно-рятувальних робіт, які чинять негативний вплив на здоров'я рятувальників та постраждалих.

Згідно з [12], небезпечні та шкідливі виробничі чинники за природою дії підрозділяються на наступні групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

Ураховуючи специфіку проведення АРР на зруйнованих будівлях, шкідливі та небезпечні чинники АРР, що можуть діяти на персонал та постраждалих наведені на рис. 1.

Найбільш значущими щодо впливу на персонал та постраждалих під час проведення аварійно-рятувальних робіт є фізичні чинники. Руйнування конструкцій під час проведення АРР головним чином залежить від дотримання правил їх проведення. Якщо АРР проводяться у відповідності до методології, то раптове руйнування конструкцій не виникає. Інше, коли руйнування конструкцій здійснюється рятувальниками в рамках аварійно-рятувальних робіт. Таке руйнування конструкцій не може завдати шкоди постраждалим та персоналу, але призводить до виникнення додаткових фізичних шкідливих та небезпечних чинників (рис. 1).



Рис. 1. Шкідливі та небезпечні чинники аварійно-рятувальних робіт

Так, при руйнуванні будівельних конструкцій виникає велика кількість цементного пилу. За даними Гольст Л.Л. [13], цементний пил при попаданні на зволожену слизову оболонку «схоплюється» з водою, утворюючи при цьому на слизовій носі і горлі цементні камені, що викликає біль, кашель, сухість у роті, мацерацію слизової і кровотечі. При тривалому впливі цементного пилу у робітників може спостерігатися гіпертрофія, а надалі атрофія слизової оболонки верхніх дихальних шляхів [14]. В окремих випадках можливий прорив носової перегородки. Дратівлива і припікаюча дія цементного пилу проявляється на кон'юнктиві очей і шкірних покриттях [15].

Крім пилу, робота з АРІ обумовлено впливом на організм рятувальника підвищеного рівня вібрації та шуму. Встановлено, що шкідлива дія шуму на організм людини й навколишнє природне середовище відчутніша при зростанні частоти звуку. Доведено, що перевищення допустимої норми рівня шуму

(80 дБ) на 1 дБ призводить до зростання професійних захворювань на 20-30 % та зниження продуктивності праці на 1 %. Не менш шкідливою для людини є вібрація, яка спричиняє розлад центральної нервової системи, вібраційну хворобу, вібраційний поліартрит нижніх і верхніх кінцівок людини, тріщини в кістках, випадіння волосся [16-18].

Вочевидь, що одним із напрямів удосконалення аварійно-рятувального інструменту, що застосовується для руйнування будівельних конструкцій є усунення небезпечних та шкідливих чинників, що виникають під час їх роботи. З цієї метою для руйнування будівельних конструкцій можуть бути застосовані водні струмені високої швидкості [19-20]. Однак для ефективного застосування такої технології і зменшення небезпечних та шкідливих чинників необхідно визначити їх кількісні показники при роботі з аварійно-рятувальним інструментом, який сьогодні застосовують при руйнуванні будівельних конструкцій.

Виклад основного матеріалу

Мета статті – визначення показників, що характеризують небезпечні та шкідливі чинники аварійно-рятувальних робіт: підвищен запиленість робочої зони, підвищений рівень шуму у робочій зоні та підвищений рівень вібрації.

Першим етапом дослідження стало визначення концентрації пилу в повітрі робочої зони під час руйнування будівельних конструкцій за допомогою аварійно-рятувального інструменту. Серед механізованого аварійно-рятувального інструменту

найчастіше для руйнування конструкцій застосовуються відбійні молотки та кутові шліфувальні машини (КШМ) з відповідними робочими органами.

Існує методика вимірювання концентрації пилу в повітрі робочої зони [21], яка полягає у вимірюванні маси пилу, що осів на пилевідбірнику протягом певного часу у визначеному об'ємі повітря.

Відбір проб повітря здійснювали аспіратором для відбору проб повітря моделі 822 за допомогою пилевідбірників безпосередньо з зони дихання рятувальника (рис. 2).



Рис. 2. Пилевідбірники на рятувальнику під час відбору проб повітря

Відбір проб здійснювали під час руйнування будівельних конструкцій переважно залізобетонного походження за допомогою кутової шліфувальної машинки «Maktec MT963» та пневматичного відбійного молотка «МОП-2». Умови дослідження були ідентичними до умов типового завалу, який виникає під час руйнування будівель.

Перша група проб відібрана з зони дихання рятувальника, який безпосередньо працює з аварійно-рятувальним

інструментом по руйнуванню будівельних конструкцій. Другу, третю та четверту групи проб відбирали з зони дихання рятувальника, що виконує роботи по розборці конструкцій на відстані 3, 6 та 9 м від місця руйнування конструкцій, відповідно.

Атмосферні умови під час проведення дослідження були наступні: вітер перемінного напрямку $V=0,9-2,6$ м/с, температура повітря $t=35,4$ °С, відносна вологість 35,5 %.



Рис. 3. Фотографії проведення експериментального дослідження

На рис. 3 наведено фото проведення досліджень з визначення концентрації пилу в повітрі робочої зони під час проведення аварійно-рятувальних робіт.

У табл. 1 наведено результати дослідження з визначення концентрації пилу в повітрі робочої зони під час проведення аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях.

Таблиця 1

Результати експериментального дослідження з визначення концентрації пилу в робочій зоні проведення аварійно-рятувальних робіт

№ з/п	Відстань до конструкції, що руйнується r , м	Концентрація пилу при руйнуванні КШМ $\varphi_{КШМ}$, мг/м ³	Концентрація пилу при руйнуванні відбійним молотком $\varphi_{ВМ}$, мг/м ³
1	0	83,7	65,2
2	3	40	24
3	6	8,8	6,3
4	9	2,5	1,7

На рис. 4 наведено графіки зміни концентрації пилу в повітрі робочої зони при проведенні аварійно-

рятувальних робіт на зруйнованих будівлях для випадку роботи з КШМ та відбійним молотком.

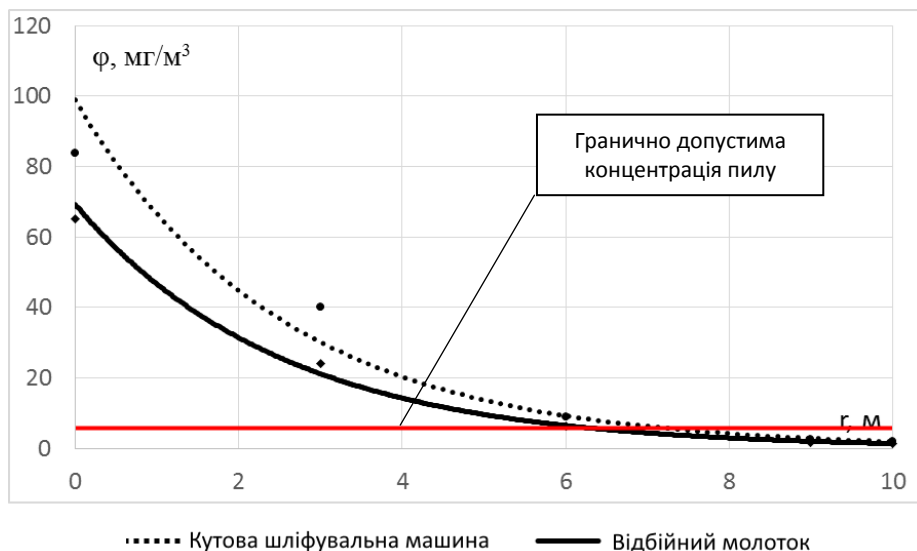


Рис. 4. Концентрація пилу в повітрі робочої зони при проведенні аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях

Експериментально встановлено, що за даних умов досвіду зміна концентрації пилу φ в залежності від відстані до його джерела r в умовах завалу при проведенні АРР описується наступними емпіричними залежностями:

- для випадку руйнування будівельних конструкцій за допомогою кутової шліфувальної машинки:

$$\varphi_{КШМ} = 98,813e^{-0,395r}; \quad (1)$$

- для випадку руйнування будівельних конструкцій за допомогою відбійного молотка:

$$\varphi_{ВМ} = 69,29e^{-0,395r}. \quad (2)$$

Наступним етапом дослідження стало визначення рівня шуму, що діє на рятувальника під час проведення аварійно-рятувальних робіт. За часовими характеристиками шуми поділяють на [22]:

- постійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється не більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях на часовій характеристиці «повільно» шумоміра по шкалі «А»;

- непостійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях за часовою характеристикою «повільно» шумоміра по шкалі «А».

Шум, який виникає під час проведення аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях є непостійним через різноманітність робіт та інструментів, що використовуються.

Непостійні шуми поділяються на [22]:

- мінливі, рівень яких безперервно змінюється у часі;

- переривчасті, рівень шуму яких змінюється ступінчасто на

5 дБА і більше при вимірюваннях на часовій характеристиці «повільно» шумоміра по шкалі «А», при цьому довжина інтервалів, під час яких рівень залишається сталим, становить 1 с і більше;

– імпульсні, які складаються із одного або декількох звукових сигналів, кожен з яких довжиною менше 1 с, при цьому, рівні шуму у дБ(A1) і дБ(A), виміряні на часових характеристиках «імпульс» та «повільно» шумоміра, відрізняються не менш ніж на 7 дБ.

Враховуючи особливості проведення аварійно-рятувальних робіт, шум під час них є переривчастим.

Допустимий рівень шуму в Україні встановлюється в залежності від шкідливості на небезпечності важкості праці. Згідно з [23] аварійно-рятувальні роботи можна віднести до умов праці класу 3.1 – умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни, перерві контакту зі шкідливи-

ми факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я, у тому числі й виникнення професійних захворювань. Нормативним документом [22] встановлено, що допустимий рівень шуму за таких умов праці становить 80 дБА.

Параметрами непостійного шуму (що коливається в часі та переривається) на робочих місцях, які нормуються, є інтегральний рівень – еквівалентний (по енергії) та максимальний рівень шуму у дБА. Еквівалентний рівень – це рівень постійного шуму, дія якого відповідає дії фактичного шуму із змінними рівнями за той же час. Максимальний рівень шуму для переривчастого шуму не повинен перевищувати 110 дБА [22].

Для того, щоб визначити еквівалентний рівень шуму необхідно встановити його тривалість за зміну. Згідно з [4], при розбиранні завалу на подрібнення з/б конструкцій інструментами та різання арматури та металевих конструкцій необхідно 4,8 чол. год та 0,07 чол. год, відповідно.

Методику вимірювання шуму викладено у [22]. Для вимірювання шуму використовували шумомір SM-10 (рис. 5).



Рис. 5. Шумомір SM-10

Під час проведення вимірювань мікрофон був розташований на висоті 1,5 м над рівнем робочого місця та зорієнтований у напрямку максимального рівня шуму на віддаленні не менше ніж 0,5 м від оператора, який проводив вимірювання.

Джерелом шуму при проведенні аварійно-рятувальних робіт обрано такі інструменти:

- кутова шліфувальна машинка «Maktec MT963»;
- бензинова пилка «МС-470»;

- пневматичний відбійний молоток «МОП-2».

Визначався шум інструментів без контакту з елементом, що руйнується, та шум під час контакту.

На рис. 6 наведено методичу залежності зміни звукового тиску від відстані до джерела шуму в умовах завалу та еквівалентний рівень шуму під час розбирання завалу з використанням аварійно-рятувального інструменту, що використовувався під час експериментальних досліджень [22].

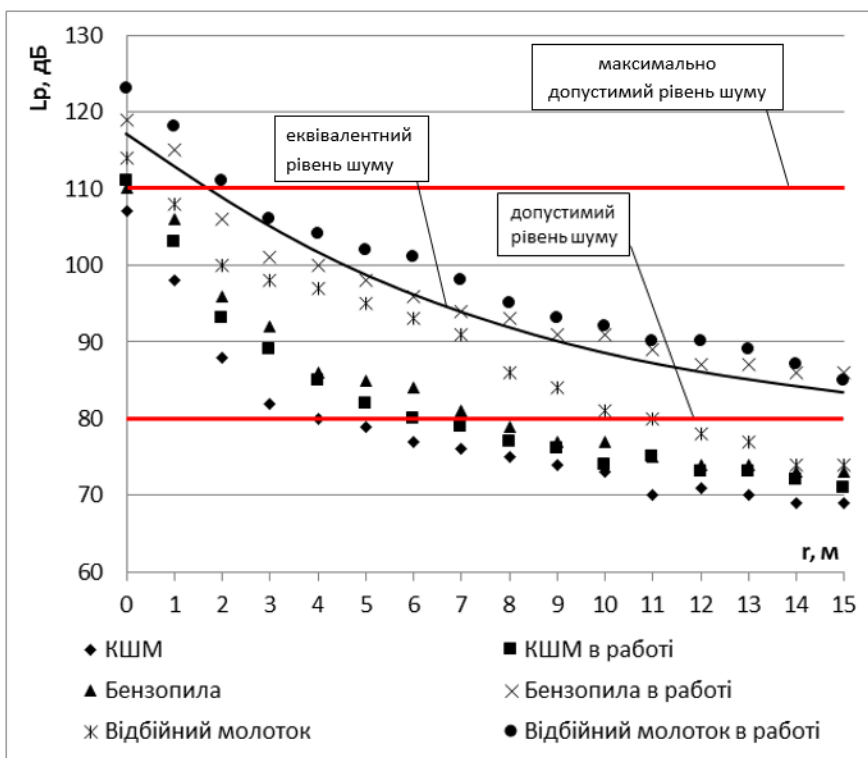


Рис. 6. Залежність зміни звукового тиску до відстані від джерела шуму в умовах завалу

За таких умов залежність еквівалентного рівня шуму під час розбирання завалу з використанням аварійно-рятувального інструменту $L_p^{екв}$

від відстані до епіцентру шуму r описується емпіричною залежністю:

$$L_p^{екв} = 111 - 8,686 \ln(r). \quad (3)$$

Встановлено, що найбільший рівень шуму серед інструментів, що досліджувались, має бензинова пила та відбійний молоток у роботі. При цьому допустимого рівня (80 дБ) звуковий тиск при роботі КШМ при наближенні до джерела шуму набуває на відстані 6 м, а для бензинової пилки та відбійного молотка – понад 15 м. Час роботи інструментів не впливає на рівень шуму. Встановлено, що у радіусі 2 м від епіцентру шуму його еквівалентний рівень перевищує максимально допустимий рівень шуму.

Визначення рівня вібрації проводили за методикою, наведеною в [24]. Під час роботи з аварійно-рятувальним інструментом при руйнуванні конструкцій на рятувальника діє локальна вібрація, яка є переривчастою.

Параметром, що нормується, при інтегральній оцінці по спектру частот є коректоване значення віброшвидкості або віброприскорення (U), а їх логарифмічні рівні (L_1) вимірюються за допомогою коректуючих фільтрів чи обчислюються.

Коректоване значення віброшвидкості або віброприскорення визначали за формулою:

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i \cdot K_i)^2}, \quad (4)$$

де U_i – середньоквадратичне значення віброшвидкості або віброприскорення i -й частоти смузи; n – кількість частотних смуг (1/3 або 1/1 октавних) у частотному діапазоні, що нормується; K_i – ваговий коефіцієнт для i -й частотної смуги відповідно абсолютних значень віброшвидкості

та віброприскорення локальної та загальної вібрації.

При дії непостійної вібрації (крім імпульсної) параметром, що нормується, є вібраційне навантаження (еквівалентний коректований рівень, доза вібрації) одержане робітником протягом зміни та зафіксоване спеціальним приладом або обчислене для кожного напрямку дії вібрації (X, Y, Z) за формулою:

$$D = \int_0^T U^2(t) dt \quad (5)$$

або

$$L_{\text{кор.екв.}} = L_{\text{кор}} + 10Lg(t/t_{\text{зм}}) \quad (6)$$

де $U(t)$ – коректоване по частоті значення вібраційного параметра у момент часу t , м/с^2 або м/с ; t – час дії вібрації, година; $t_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, година.

Еквівалентний коректований рівень віброшвидкості або віброприскорення розраховується шляхом енергетичного додавання рівнів з урахуванням тривалості дії кожного з них за таблицею п. 10.1 [24]. Гранично допустимий рівень еквівалентного коректованого рівня локальної вібрації становить 2 м/с^2 або 76 дБ.

Для вимірювання рівня вібрації використовували віброметр 795 м-107в (рис. 7).

Точку вимірювання обирали у місці контакту оператора з поверхнею, яка вібрує (рис. 8).

Під час дослідження визначали коректований рівень віброприскорення $L_{\text{кор}}$ в дБ.

Результати вимірювання коректованого рівня віброприскорення локальної вібрації, що діє на рятувальника при роботі з різним аварійно-рятувальним інструментом, наведено

в табл. 2. Згідно з [4], при розбиранні завалу на подріблення з/б конструкцій інструментами та різання арматури і металевих конструкцій необхідно 4,8 чол.год та 0,07 чол.год відповідно. З урахуванням цього відповідно до

[24], у колонці таблиці 2 наведено еквівалентний коректований рівень віброприскорення, що діє на рятувальників при сумарній роботі з усіма інструментами у 24-годинну робочу зміну.



Рис. 7. Віброметр 795M107B: 1 – кабель; 2 – п'єзоакселерометр; 3 – роз'єм; 4 – кнопки управління; 5 – рідкокристалічний дисплей.



Рис 7. Вимірювання локальної вібрації КШМ

Таблиця 2

Результати експериментальних досліджень коректованого рівня вібрації

№ з/п	Інструмент	Коректований рівень віброприскорення $L_{кор}$, дБ	Еквівалентний коректований рівень віброприскорення $L_{кор.екв.}$, дБ
1	КШМ	102,1	95,2
2	КШМ в роботі	105	98,1
3	Бензинова пилка	107	100,1
4	Бензинова пилка в роботі	111,3	104,4
5	Відбійний молоток	118,1	111,2
6	Відбійний молоток в роботі	124,2	117,3

Отже, за 24-годинну робочу зміну на рятувальника при проведенні ава-

рійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях з використанням ава-

рійно-рятувального інструменту діє вібрація, що перевищує допустиму.

Висновки

У результаті аналізу процесу проведення аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях визначено небезпечні та шкідливі чинники, що виникають під час цього. Експериментальним шляхом за затвердженими методиками визначено концентрацію пилу в повітрі робочої зони рятувальника, рівень шуму та рівень вібрації.

Встановлено, що концентрація пилу у місці роботи з аварійно-рятувальним інструментом по руйнуванню будівельних конструкцій перевищує допустиму в 13,9 разів для випадку роботи з кутовою шліфувальною машинкою та у 10,9 разів при роботі з відбійним молотком. На відстані 3 м та 6 м перевищення концентрація перевищує ГДК у 6,7 рази для КШМ, у 4 рази для ВМ та у 4,5 рази

для КШМ і у 1,05 разів для ВМ, відповідно. На відстані 9 м не спостерігається перевищення ГДК. Отримано емпіричні залежності концентрації пилу в умовах завалу при проведенні АРР у залежності від відстані до джерела пилу.

Вимірювання рівня шуму в умовах завалу встановлено, що у радіусі 2 м від епіцентру шуму його еквівалентний рівень перевищує максимально допустимий рівень шуму. Визначення рівня локальної вібрації показало, що рівень віброприскорення при роботі КШМ більше за допустимий на 29%, при роботі бензинової пилки – на 37%, відбійного молотка – на 54 %. Еквівалентний коректований рівень віброприскорення, що діє на рятувальника під час проведення аварійно-рятувальних робіт, перевищує допустимий рівень більше, ніж на 25 % при роботі з будь-яким аварійно-рятувальним інструментом.

Література

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні / ДСНС України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/national_lecture.html
2. Михно Е.П. Ликвидация последствий аварий и стихийных бедствий / Михно Е.П. – М.: Атомиздат, 1979. – 288 с.
3. Шкинев А.Н. Аварии в строительстве / Шкинев А.Н. – М.: Стройиздат, 1984. – 236 с.
4. Обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций: учебник в 3 – х частях. Часть 2. Инженерное обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций в 3 – х книгах.- Книга 1. Способы и средства инженерного обеспечения ликвидации чрезвычайных ситуаций / [Г.П. Саков, М.П. Цивилев, И.С. Поляков и др.]; под общ. ред. С.К. Шойгу – М.: ЗАО «ПАПИРУС», 1998. – 404 с.
5. Учебник спасателя / [Шойгу С.К., Кудинов С.М., Неживой А.Ф., Ножевой С.А.] – Сов. Кубань, 1997. – 539 с.
6. Вороной С.М., Дарменко А.Ф., Коряжин С.П. Справочник спасателя. Книга 2. Спасательные работы при ликвидации последствий землетрясений, взрывов, бурь, смерчей и тайфунов. – М.: ВНИИ ГОЧС, 1995. – 195 с.
7. Рятувальні роботи під час ліквідації надзвичайних ситуацій : Посібник. Ч. 1 / В.Г. Аветисян, М.І. Адаменко, В.Л. Александров та ін. ; під заг. ред. В.Н. Пшеничного . – К. : Основа, 2006 . – 240 с.
8. Организация аварийно-спасательных работ: Текст лекций / [В.Г. Аветисян, В.В. Бондарь, Ю.А. Кулиш, В.В. Тригуб] – Х.: УГЗУ, 2009 . – 150 с.

9. Кодекс цивільного захисту України / Верховна Рада України. – К.: Відомості Верховної Ради, 2013. – № 34-35. – С. 458.
10. International search and rescue guidelines and methodologies (in Chinese) / Liu Yahua [1] Yang Huining [2] The Xiang Wang [1] Chen Jinhong [2] Zhengjing Chen [2] / China Journal of Emergency Resuscitation and Disaster Medicine. – #11. – 2013. http://d.wanfangdata.com.cn/periodical_zgjfsyzhyxzz201311020.aspx
11. Стешин А.Е. Аварийно-спасательное оборудование / А.Е.Стешин, С.В.Поляков, С.Л. Томчук– Минск, 2003. – 52 с.
12. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
13. Гольст Л., Сердце и физическая работа. 2. Сердечно-сосудистая система молотобойцев / Гольст Л., Чернов А., Левина С. // Клиническая медицина. – 1932. – №10. – С. 13-16.
14. Лихачев А.Г. Многотомное руководство по отоларингологии. Том 4 / Лихачев А.Г. – М.: Рипол Классик, 2013 – 558 с.
15. Занько Н.Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: лабораторный практикум / Н.Г. Занько, В.М. Ретнев. – М.: Академия, 2005. – 256 с.
16. Санітарно-технічне та екологічне забезпечення безпеки праці в деревообробці / [С.О. Апостолок, А.С. Апостолок, В.С. Джигирей та ін.] – К. : Основа, 2003. – 189 с.
17. Белов С.В. Охрана окружающей среды / С.В. Белов, Д.А. Барбинов и др. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
18. Борьба с шумом на производстве : справочник / под ред. Е.Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.
19. Виноградов С.А. Высокоскоростные струи жидкости как механизм разрушения элементов строительных конструкций при проведении аварийно-спасательных работ / С.А.Виноградов, Н.О.Консуров, И.Н. Грицына // Science education a new dimension. Natural and technical science. – Budapesht, 2013. – V. 8. – 103-107.
20. Пат. 93939 Україна, МПК (2014.01) А62В 5/00, Е21F 11/00. Спосіб руйнування елементів будівельних конструкцій / С.А.Виноградов, М.О.Консуров, А.Я.Калиновський, О.М.Ларін; заявник та патентовласник Національний університет цивільного захисту України. – № u201404035, заяв. 15.04.2014; опубл. 27.10.2014, бюл. № 20.
21. Методические указания «Измерение концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия», утвержденные Заместителем Главного государственного санитарного врача СССР 18.11.1987 г № 4436-87.
22. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку
23. Державні санітарні норми та правила. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» – Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 № 248
24. ДСН 3.3.6. 039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

СОЕДИНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ

Кураева И.В.

Институт геохимии, минералогии и рудообразования
им. Н. П. Семеновки НАН Украины
пр-т Паладина, 34, г. Киев, 03142
olena.loktionova.55@mail.ru

Представлены результаты аналитических и опытно-методических работ по изучению форм нахождения тяжелых металлов в техногенно-загрязненных почвах. Наиболее загрязнены тяжелыми металлами почвы промышленных и рекреационных зон вблизи предприятий черной и цветной металлургии. Меньше загрязнены почвы, находящиеся под влиянием выбросов предприятий химической промышленности. Установлено, что в техногенно-загрязненных почвах содержание подвижных форм тяжелых металлов повышается по сравнению с фоновым. *Ключевые слова:* тяжелые металлы, подвижные формы, микроэлементы, почвы, токсичность.

Сполуки важких металів у техногенно-забруднених ґрунтах. Кураєва І. В. Представлені результати аналітичних та дослідно-методичних робіт з вивчення форм знаходження важких металів у техногенно-забруднених ґрунтах. Найбільш забруднені важкими металами ґрунти промислових і рекреаційних зон поблизу підприємств чорної і кольорової металургії. Менше забруднені ґрунти, що знаходяться під впливом викидів підприємств хімічної промисловості. Встановлено, що в техногенно-забруднених ґрунтах вміст рухомих форм важких металів підвищується в порівнянні з фоновим. *Ключові слова:* важкі метали, рухомі форми, мікроелементи, ґрунту, токсичність.

Connections of heavy metals in technogenic-contaminated soils. Kuraieva I. V. There are presented the results of analytical and experimentally- methodological work on the study of occurrence forms of heavy metals in the technogenically polluted soils. Soils of industrial and recreation areas near the ferrous and non-ferrous metallurgy plants are the most polluted by the heavy metals. Soils that are affected by plants of chemical industry are less polluted. It is established that in the technogenically polluted soils content of mobile forms of heavy metals increases compared to background ones. *Keywords:* heavy metals, mobile forms, microelements, soils, toxicity.

Определение форм нахождения химических элементов – это трудоемкая и аналитически сложная задача, так как элементы могут находиться в почве в большом многообразии минеральных и неминеральных соединений. По данным опытно-методических и научно-исследовательских работ [1, 2, 3, 4, 5] установлены основные почвенные фракции, являющиеся концентрато-

рами микроэлементов: гидроксиды железа, марганца, аморфные соединения кремнезема, оксиды алюминия, высокодисперсные глинистые минералы, почвенный гумус, первичные минералы почв. В зависимости от конкретных ландшафтно-геохимических условий территории качественный и количественный состав основных почвенных фракций может изменяться, соответственно, и

соединения тяжелых металлов (ТМ) в почве.

Водяницкий Ю.Н. [6] отмечает, что в настоящее время доминирует химический, экстракционный метод изучения форм и соединения микроэлементов. При этом используются различные вытяжки, с помощью которых анализируется содержание тех или иных соединений микроэлементов, включая обменные, закрепленные карбонатами, органическим веществом, гидроксидами железа и марганца, и, наконец, нерастворимый остаток, где микроэлементы ориентировочно входят в состав первичных минералов. Преимущество химического фракционирования – дешевизна и простота анализа. При этом установить характер связи микроэлементов с конкретными соединениями железа и марганца методом химической экстракции не позволяет. Сейчас развернулось изучение форм ТМ методами синхротронной рентгеновской техники третьего поколения, что дало хорошие результаты. Применение двух методов анализа микроэлементов (химического фракционирования и синхротронной рентгеновской техники), дополняющих друг друга, обеспечивает более глубокое понимание механизмов закрепления опасных поллютантов активными почвенными компонентами.

Закономерности распределения микроэлементов в почвах обусловлены природными свойствами самих элементов, минералогическими особенностями почвообразующих пород, физико-химическими характеристиками почв, ландшафтными и техногенными условиями. Исследования показали [7], что степень токсичности почв,

загрязненных тяжелыми металлами (ТМ), определяется не столько содержанием валовой формы, сколько химическими формами, в которых они могут мигрировать в сопредельные среды и участвовать в биогенном обмене химических элементов. Поэтому изучение форм соединений ТМ необходимо для оценки и прогноза их воздействия на биоту.

Несмотря на большое количество региональных исследований состояния ТМ в почвах, многие вопросы формирования их почвенных соединений в условиях полиэлементного загрязнения являются нерешенными, что и определяет актуальность данной работы.

Цель исследований. Установление форм нахождения ТМ в техногенно-загрязненных почвах Украины, уточнение информации об их подвижности

Объекты и методы. Объектами исследования были почвы техногенно-загрязненных территорий Украины, находящиеся в непосредственной близости от предприятий различного профиля: угледобывающая промышленность (г. Макеевка), черная и цветная металлургия (г. Алчевск), химическая промышленность (г. Черкассы). Также изучали почвенные отложения, расположенные в рекреационных зонах. Образцы отбирали с глубины 0 – 5, 5 – 20 см. по ГОСТу [8].

Для изучения форм нахождения элементов в почвах использовали методы фракционного анализа [2, 4], модифицируя их для каждого конкретного случая. Содержание гумуса, глинистой составляющей, емкости катионного обмена определяли общепринятыми методами [9]; опреде-

ление элементов в экстрагентах – атомно-абсорбционным методом; валовое содержание – с помощью эмиссионного спектрального анализа, а также атомно-абсорбционного метода с подготовкой проб по методике, представленной в работе [10].

Результаты. В результате проведенных нами исследований [7] выявлены основные формы ТМ в «условно» чистых почвах, связанные с фракциями: почвенного гумуса, остаточной, карбонатной, адсорбированной, обменной и легкорастворимой. Подвижность металлов в почвах снижается с увеличением содержания гумуса и глинистой фракции, поэтому в серых лесных, дерново-подзолистых, дерново-карбонатных, дерново-боровых почвах большая часть металлов связана с остаточной фракцией, меньшая – с почвенным гумусом, адсорбированной, обменной и легкорастворимой фракциями. В черноземах каштаново-солонцеватых, буроземах, лугово-черноземных и луговых почвах содержание металлов, связанных с почвенным гумусом, возрастает, одновременно снижается их содержание в обменной и легкорастворимой фракциях. Металлы в различных типах почв по-разному взаимодействуют с различными фракциями почв. При преобладании обменных и легкорастворимых форм – характерны процессы ионного обмена, а также специфическая сорбция гумусовыми веществами; увеличение роли прочносвязанных соединений может свидетельствовать о другом механизме закрепления металлов в почвен-

ных отложениях – о комплексообразовании, взаимодействии с неорганическими почвенными компонентами по типу специфической сорбции, хемосорбции и т.д.

Опытно-методические работы по изучению закономерностей распределения ТМ в техногенно-загрязненных почвах показали, что на территориях под влиянием промышленных предприятий почти во всех пробах загрязненных почв валовое содержание металлов выше фонового (табл. 1). Например, в почвах жилых массивов и частного сектора, а также во все пробах вблизи обогащательной фабрики в г. Макеевка отмечается повышенное содержание ТМ.

Наиболее загрязнены ТМ почвы территорий промышленных предприятий черной и цветной металлургии. Такая же картина наблюдается в районах жилых массивов и рекреационных зон. Менее всего загрязнены ТМ территории, примыкающие к производственному объединению "Азот" (г. Черкассы). В таблице 1 в числителе приведены пределы колебания, в знаменателе – фоновое содержание. В скобках – количество изученных проб.

Для оценки степени загрязнения необходимы сведения не только об общем уровне содержания ТМ, но и о характере распределения их между основными почвенными фазами. Особый интерес представляет определение подвижных форм, которым отнесены формы, связанные с водорастворимыми, легкообменными и растворимыми в слабокислой среде фракциями.

Таблиця 1

Валовое содержание ТМ в техногенно-загрязненных почвах, мг/кг

Производство	Местонахождение (количество проб)	Zn	Cu	Co	Ni	Pb	Cr	Количество проб с превышением содержания над фоновым, %					
								Zn	Cu	Co	Ni	Pb	Cr
Угледобывающая промышленность	В 100 м от обогатительной фабрики, г. Макеевка (26)	$\frac{320-80}{58}$	$\frac{200-120}{100}$	$\frac{100-35}{30}$	$\frac{62-15}{42}$	$\frac{180-50}{30}$	$\frac{120-30}{86}$	100	100	100	80	100	97
		200-15	150-40	80-20	28-10	100-10	130-90	90	80	92	87	97	100
Черная и цветная металлургия	Промзона, г. Алчевск (22)	$\frac{200-100}{90}$	$\frac{2500-25}{50}$	$\frac{50-6}{18}$	$\frac{120-20}{80}$	$\frac{700-20}{20}$	$\frac{260-120}{160}$	100	97	92	100	100	100
		320-120	320-32	20-12	63-25	250-7	180-120	100	100	90	90	97	96
Химическая промышленность	В 200 м от производственного объединения "Азот", г. Черкасы (29)	$\frac{150-30}{40}$	$\frac{87-30}{40}$	$\frac{160-28}{80}$	$\frac{250-25}{50}$	$\frac{160-20}{20}$	$\frac{280-70}{100}$	100	97	100	100	100	95
		200-20	80-20	120-15	150-30	80-10	180-70	97	85	82	80	90	92
	рекреационная зона (26)												

Исследование подвижных форм ТМ в почвах промплощадки химического предприятия (табл. 2) показало, что содержание элементов их подвижных форм составляет, %:

цинк – 37,5; медь – 54,2; кобальт – 32,6; никель – 1,2; свинец – 30,4. В менее загрязненных почвах (садово-огородные участки) оно уменьшается.

Таблица 2

**Подвижные формы металлов в техногенно-загрязненных почвах
(доля от валового), %**

Металл	Фракция		
	водорастворимая	легкообменных ионов	соединений растворимых в слабокислой среде
Черная и цветная металлургия			
Zn	<u>10,2</u>	<u>42,3</u>	<u>7,2</u>
	1,2	10,2	7,8
Cu	<u>5,2</u>	<u>52,3</u>	<u>3,2</u>
	0,2	17,2	2,3
Co	<u>2,3</u>	<u>20,3</u>	<u>4,2</u>
	0,16	7,2	3,2
Ni	<u>0,8</u>	<u>2,3</u>	<u>3,0</u>
	«←»	1,2	2,2
Pb	<u>3,5</u>	<u>27,2</u>	<u>8,2</u>
	0,2	10,2	3,0
Угледобывающая промышленность			
Zn	<u>2,5</u>	<u>15,0</u>	<u>30,2</u>
	0,1	3,5	17,2
Cu	<u>7,5</u>	<u>12,5</u>	<u>14,5</u>
	0,2	3,8	10,3
Co	«←»	<u>7,2</u>	<u>22,5</u>
	«←»	0,6	12,3
Ni	<u>0,5</u>	<u>2,3</u>	<u>4,5</u>
	«←»	2,5	3,2
Pb	<u>3,2</u>	<u>20,3</u>	<u>15,2</u>
	«←»	3,2	7,2
Химическая промышленность			
Zn	<u>3,5</u>	<u>13,5</u>	<u>20,5</u>
	0,2	3,2	10,2
Cu	<u>4,5</u>	<u>12,5</u>	<u>37,2</u>
	0,16	2,2	12,3
Co	<u>7,5</u>	<u>7,8</u>	<u>17,3</u>
	0,2	3,2	10,2
Ni	<u>0,6</u>	<u>1,2</u>	<u>4,3</u>
	«←»	0,8	2,3
Pb	<u>1,3</u>	<u>7,8</u>	<u>21,3</u>
	«←»	5,2	7,8

В почвах, находящихся под влиянием выбросов угледобывающей промышленности, на долю подвижных форм элементов приходится, %:

цинк – 47,5; медь – 34,5; кобальт – 29,7; свинец – 35,5; никель 7,3. В фоновых почвах содержание подвижных форм ТМ в почве уменьшается.

ется и повышается доля устойчивых форм.

В таблице 2 в числителе приведено содержание этих форм в почве промышленной зоны; в знаменателе – в фоновой, «—» – содержание ниже чувствительности.

По методике из работы [7] была рассчитана буферная способность исследуемых почв (табл. 3). Результаты показали, что фоновые почвы отличаются более высокой буферной способностью по отношению к загрязнению медью и цинком.

Таблица 3

Показатели буферной способности (ПБС) почв по отношению к загрязнению цинком и медью

Почва	Местонахождение	Содержание, %		Сумма поглощенных катионов, мг/экв на 100 г почвы	ПБС	
		Глина	Гумус		Cu	Zn
Чернозем на элювии глинистых сланцев	В 100 м от обогатительной фабрики, г. Макеевка	32,2	5,25	37,87	8,9	12,3
	Частный сектор в 1,5 км от фабрики	42,3	4,42	38,35	21,3	13,5
Лугово-черноземная	Промзона, г. Алчевск	23,4	4,9	26,6	7,2	16,2
	Частный сектор в 1,5 км от промзоны	30,5	5,2	32,3	11,2	23,5

Выводы. Почвы территорий, подверженных влиянию выбросов производств черной и цветной металлургии, угледобывающей и химической промышленности содержат ТМ в количестве, которое в десятки и сотни раз превышает природный геохимический фон. Наиболее загрязнены ТМ почвы промышленных и селитебных зон вблизи предприятий черной и цветной металлургии. Меньше загрязнены почвы, находящиеся под влиянием выбросов предприя-

тий химической промышленности.

Установлено, что в почвах техногенно-загрязненных территорий количество меди, цинка, кобальта, никеля и свинца в подвижных формах соединений (водорастворимой, легкообменных ионов, растворимых в слабокислой среде) увеличивается по сравнению с фоновыми почвами, а также с почвами рекреационных зон. Именно эти формы наиболее доступны для растений, они определяют уровень поступления в них ТМ.

Литература

1. Tessier A, Cambell P.G.C., Bisson M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals // *Anal. Chem.* – 1979. – № 51. – P. 844–851.
2. Сагт Ю.Е. Вторичные геохимические ореолы при поисках рудных месторождений. – М.: Наука, 1982. – 167 с.
3. Зырин Н.Г. Содержание и формы микроэлементов в почвах. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 387 с.
4. Кузнецов В.А., Шимко Г.А. Метод постадийных вытяжек при геохимических исследованиях. – Минск : Наука и техника, 1990. – 65 с.
5. Самчук А.И., Бондаренко Г.Н., Долин В.В. Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах // *Минералогический журнал* – 1998. – 20, № 2. – С. 133–166.
6. Водяницкий Ю.Н. Роль почвенных компонентов в закреплении техногенных As, Zn, и Pb в почвах // *Агрохимия*. – 2008. – № 1. – С. 83–91.
7. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. – Киев: Наук. думка, 2002. – 215 с.
8. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа: ГОСТ 17.4.4.02-84. – [действующий от 1986–01–01]. – М.: Госстандарт СССР, 1984. – 7 с.
9. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 487 с.
10. Тулупов П.Е., Журавлева Н.И. Использование кислотных вытяжек для округления валового содержания тяжелых металлов в почвах // *Загрязнение почв и сопредельных сред токсикантами промышленного и сельскохозяйственного происхождения*. – М.: Гидрометеоздат, 1987. – С. 89–98.

ОЧИЩЕННЯ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ДІОКСИДУ СІРКИ ХЕМОСОРБЦІЙНИМ МЕТОДОМ

Гумницький Я.М., Дерейко Х.О., Симак Д.М.
Національний університет «Львівська політехніка»
вул. Степана Бандери, 12, 79000, м. Львів
jgumnitsky@ukr.net

Наведено результати теоретичного аналізу процесу поглинання діоксиду сірки водною суспензією кальцію карбонату. Визначено ступінь поглинання SO_2 та досліджено вплив кінетичних параметрів процесу на величину цього ступеня. Ступінь поглинання представлений теоретичною графічною залежністю. *Ключові слова:* діоксид сірки, хемосорбція, ефективність поглинання.

Очистка газовой среды от диоксида серы хемосорбционным методом. Гумницкий Я.М., Дерейко Х.О., Симак Д.М. Изложены результаты теоретического анализа процесса поглощения диоксида серы водной суспензией кальция карбоната. Определено степень поглощения SO_2 и проанализировано влияние кинетических параметров процесса на величину этой степени. Степень поглощения представлена теоретической графической зависимостью. *Ключевые слова:* диоксид серы, хемосорбция, эффективность поглощения.

Determination of the quantitative content of the components of liquefied petroleum gas. Gumnitsky J., Dereyko K., Symak D. It was presented the theoretical analysis of the absorption of sulfur dioxide by aqueous suspension of calcium carbonate. It was determined the absorption efficiency of SO_2 and it was analyzed the influence of kinetic process parameters on the value of this efficiency. The absorption efficiency was presented by the theoretical graphic plot. *Keywords:* sulfur dioxide, chemical adsorption, absorption efficiency.

Одним із найбільш небезпечних забрудників атмосферного повітря є сірки (IV) діоксид SO_2 , значні кількості якого потрапляють до атмосфери внаслідок спалювання вугілля в енергетиці (вугілля містить 1,5 – 4% сірки), побутових відходів, одержання сульфітної кислоти, здійснення інших технологічних процесів [1-4]. SO_2 належить до глобальних забрудників атмосфери, спричиняє виникнення кислотних дощів, зимового (лондонського) смогу, руйнування озонового шару. Гранично-допустимі концент-

рації (ГДК) цього забрудника лімітовані як на Україні, так і в усьому світі. Наприклад, у країнах Європейського Союзу значення середньодобового ГДК по SO_2 становить 125 мкг/м^3 (не повинно перевищуватися в перебігу календарного року 3-х разів) [5].

Забезпечення необхідної концентрації SO_2 в атмосфері досягають застосуванням технологічних процесів очищення. Найбільшою увагою користуються хемосорбційні методи, основані на взаємодії SO_2 з реаген-

том, що міститься у рідинному середовищі [6]. Реагент може бути у рідкому чи у твердому стані. В останньому випадку одержується трифазна система: газ – рідина – тверде тіло [7]. Доступним та дешевим твердим сорбентом є карбонат кальцію, який у воді утворює суспензію твердих частинок. Тверда фаза взаємодіє з фізично абсорбованим діоксидом сірки, який утворює у рідині сульфитну (H_2SO_3) та частково сульфатну кислоту (H_2SO_4). Основним критерієм очищення газового середовища від SO_2 перед викидом газу до атмосфери є ступінь очищення η , що визначається співвідношенням:

$$\eta = \frac{y_n - y_k}{y_n} = 1 - \frac{y_k}{y_n}, \quad (1)$$

де y_n , y_k – початкова та кінцева концентрації SO_2 у газовій суміші, $кг/м^3$.

Кінцева концентрація y_k не повинна перевищувати величину концентрації гранично-допустимого викиду.

Мета роботи – теоретичний аналіз хемосорбційного процесу очищення газової суміші від SO_2 за допомогою вапнякової суспензії, визначення оптимальних параметрів процесу та встановлення теоретичної залежності для визначення ступеня очищення η .

Результати дослідження

Експериментальні дослідження дозволяють встановити кінетичні коефіцієнти процесу, які не можуть бути визначені теоретично. У першу чергу до них належать коефіцієнти масовіддачі β_L процесу фізичної абсорбції SO_2 водою та коефіцієнт ма-

совіддачі β_S під час хімічного розчинення карбонату кальцію утвореною кислотою [8]. Досліди проводили у реакторі 1 (рис.1), який заповнювали водою у кількості W [$м^3$], куди засипався подрібнений кальцію карбонат G [$кг$].

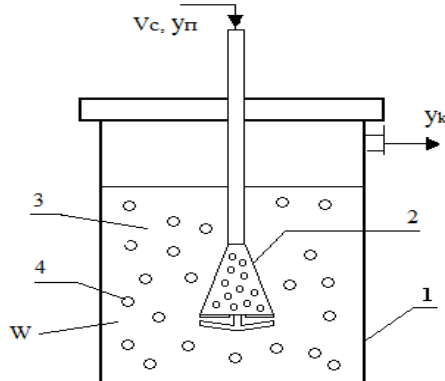


Рис. 1. Схема дослідної установки:
1 – реактор, 2 – імпеллерна мішалка,
3 – рідина, 4 – тверда фаза

Через імпеллерну мішалку 2 подавали газ з кількістю Vc [$м^3/с$] та початковою концентрацією y_n . Імпеллерна мішалка та газ перемішували рідину і переводили тверді частинки у псевдозріджений стан, що забезпечувало максимальну поверхню масообміну з твердою фазою. Газова фаза дробилась на окремі бульбашки, з яких відбувався процес фізичної абсорбції SO_2 з водою та утворювались у першу чергу сульфитної кислоти.

На рисунках 2 та 3 зображено одержані експериментальні залежності концентрацій продуктів реакцій від часу при дослідженні хемосорбційного поглинання SO_2 вапняковою суспензією в реакторі з імпеллерною мішалкою.

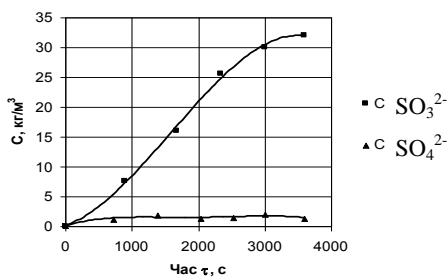


Рис. 2 Концентрації розчинених сульфитів та сульфатів при хемосорбційному поглинанні SO₂ вапняковою суспензією

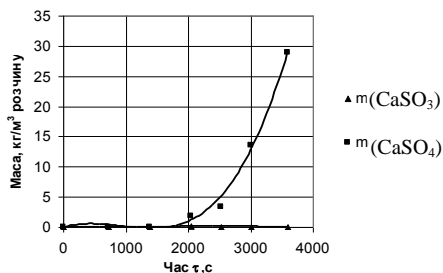


Рис. 3 Швидкість накопичення осаду сульфїту та сульфату кальцію з часом

Використання імпеллерної мішалки забезпечує високодисперсійне роздрібнення газової фази та переведення процесу у пінний режим.

Процес фізичної абсорбції описується рівнянням матеріального балансу та кінетичним рівнянням:

$$\begin{cases} \frac{dM}{dt} = W \frac{dC}{dy} \end{cases} \quad (2)$$

де M – маса абсорбованого SO₂ у рідинній фазі, відповідно, на межі розділу фаз газ – рідина та в об'ємі рідини, кг/м³; F_L – поверхня газової фази у рідині, м²; β_L – коефіцієнт масовіддачі у рідинній фазі, м/с.

Розділивши кінетичне рівняння на W , одержуємо $\frac{dM}{W} = dC \frac{F_L}{W} = \sigma_L$ питома поверхня контакту газової та рідинної фаз, м²/м³. Рішення системи (2) дозволяє встановити зміну концентрації SO₂ у рідинній фазі :

$$C = C_{gp} (1 - e^{-\beta_L \sigma_L t}) \quad (3)$$

Визначаємо з рівняння матеріального балансу y_k

$$y_k = y_n - \frac{\beta_L \sigma_L}{V_c} (C_{gp} - C) W \quad (4)$$

одержуємо залежність для визначення ступеня очищення газової суміші від SO₂ фізичною абсорбцією:

$$\eta_\phi = \frac{\beta_L \sigma_L}{y_n} \frac{W}{V_c} C_{gp} e^{-\beta_L \sigma_L t} \quad (5)$$

Відношення $\frac{W}{V_c} = t_n$ значає час перебування газової суміші у рідині, значення $\beta_L \sigma_L t = \tau_L$ безрозмірний час фізичної абсорбції. Отже,

$$\eta_\phi = \frac{\beta_L \sigma_L C_{gp}}{y_n} t_n e^{-\tau_L} \quad (6)$$

Залежність (6) свідчить, що з часом τ_L тупинь поглинання буде зменшуватися і не забезпечуватиме необхідну якість очищення. З теорії процесів масообміну відомо, що на межі розділу фаз встановлюється рівновага [6], яку для абсорбції описують законом Генрі:

$$y_n = H C_{gp} \quad (7)$$

де H – константа Генрі.

Ступінь очищення дорівнюватиме:

$$\eta_{\phi} = \frac{\beta_L \sigma_L}{H} t_n \diamond e^{-\tau_L} \quad (8)$$

Введення в систему твердого реагента дозволяє зменшувати концентрацію утворюваної фізичною абсорбцією сульфитної кислоти за рахунок дифузійно-контрольованої хімічної взаємодії між кислотою та кальцію карбонатом.

Загальна швидкість зміни концентрації SO_2 з урахуванням хімічної взаємодії з твердим сорбентом буде визначатись як різниця між швидкістю фізичної абсорбції та швидкістю реакції з твердою речовиною:

$$\frac{dC}{dt} = \beta_L \sigma_L (C_{sp} - C) - \beta_S \sigma_S C \quad (9)$$

де β_S коефіцієнт масовіддачі від рідини до поверхні твердої фази, м/с;

$\sigma_S = \frac{F_s}{W}$ питома поверхня твердої фази, мг/м³; F_s – загальна поверхня твердих частинок, м².

Оптимальному режимові поглинання SO_2 буде відповідати умова

$$\frac{dC}{dt} = 0$$

$$\beta_L \sigma_L (C_{sp} - C) = \beta_S \sigma_S C \quad (10)$$

Виведення співвідношення $\chi = \frac{\beta_S \sigma_S}{\beta_L \sigma_L}$ одержуємо:

$$C = \frac{C_{sp}}{1 + \chi} = \frac{y_n}{H(1 + \chi)} \quad (11)$$

За класифікацією хімічних реакторів цей апарат по газовій фазі можна віднести до реакторів ідеального перемішування за газовою фазою [9], що дає підставу вважати кінцеву концентрацію SO_2 у газі y_k рівноважною до концентрації C у рідинній фазі:

$$y_k = H \diamond C \quad (12)$$

За оптимальних умов хемосорбції

$$\eta = 1 - \frac{H \diamond C}{y_n} = 1 - \frac{1}{1 + \chi} = \frac{\chi}{1 + \chi} \quad (13)$$

На рис. 4 показано теоретичну залежність $\eta = f(\chi)$ напівлогарифмічних координатах.

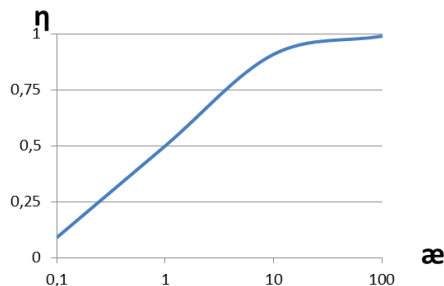


Рис. 4. Залежність ступеня очищення η від параметра χ . З наведених даних видно, що найкращі результати досягають за умови високих значень χ що при активній гідродинаміці можна одержати за значних величин σ_S що пов'язано з високим ступенем подрібнення твердого сорбента.

Одержану залежність можна використовувати для визначення розмірів реактора. Наприклад, для η 0,909 χ 10. Із залежності (13)

$\frac{C}{C_{sp}} = \frac{1}{1 + \chi} = 0,091$. Відповідно до залежності (3) ця величина дорівнює:

$$\frac{C}{C_{sp}} = 0,091 = 1 - e^{-\beta_L \sigma_L t}$$

$$0 - \beta_L \sigma_L t = 0,0954$$

Експериментальними дослідженнями встановлено, що $\beta_L \sigma_L$ $2,7 \cdot 10^{-3}$ $\frac{1}{c}$ 10]. Час перебування газу має ста-

новити $\frac{0,0954}{2,7 \cdot 10^{-3}} = 33,3$ і бути рівним часу перебування газу, який визначається співвідношенням $\frac{W}{V_c}$. Наприклад, для V_c 1 м³/с об'єм води у реакторі повинен становити $W/33,3 = 33,3$ м³.

Висновки

1. Проведено теоретичний аналіз хемосорбційного процесу поглинання

SO₂ водною суспензією кальцію карбонату.

2. Представлено дослідні дані щодо фізичної абсорбції SO₂ та визначено кінетичні параметри.

3. Обґрунтовано визначення ступеня поглинання SO₂ залежно від співвідношення коефіцієнтів масовіддачі у твердій та рідинній фазах.

4. Запропоновано алгоритм розрахунку реактора – поглинача на основі ступеня поглинання η .

Література

1. Дерейко Х.О., Мальований М.С., Гумницький Я.М.. Утилізація рідких відходів лужн Дерейко Х.О., Мальований М.С., Гумницький Я.М.. Утилізація рідких відходів лужного методу очищення димових газів від забруднень // Вісник Українського Будинку економічних та науково-технічних знань. – 1999. – №4. – С. 87-89.
2. Дерейко Х.О., Гумницький Я.М., Мальований М.С.. Дослідження механізму та способів інтенсифікації хемосорбційного поглинання діоксиду сірки розчином гідроксиду натрію // Экотехнологии и ресурсосбережение. – Київ, 2002р. – № 2 – С.33-37.
3. Iwan Zozula, Mirosław Malowany, Ch.Derejko, Oleg Bilski. Optymalizacja technologii oczyszczania gazow ze związkow siarki // VI Ogólnopolskie sympozjum “Chemia siarki – od surowca do odpadów”. – Baranów Sandomierski. – 1998. – № 12
4. Бертокс П. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений / П.Бертокс, Д. Радд: пер. с англ. В.П.Кучеренко. – М.: Мир, 1980. – 606 с.
5. Official Journal of the European Communities. COUNCIL DIRECTIVE 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air.
6. Данквертс П.В. Газо-жидкостные реакции / П.В. Данквертс: пер. с англ. И.А. Гильденבלата. – М.: Химия, 1973. – 296 с.
7. Гумницький Я.М., Дерейко К.О. Теоретический анализ процесса хемосорбционного поглощения газов в трехфазной системе // Журнал РАН «Теоретические основы химической технологии». - 2007. – Том 41, № 4. – С. 365-370 .
8. Дерейко Х.О. Хемосорбція діоксиду сірки суспензією твердого поглинача / Х.О. Дерейко, Я.М. Гумницький, М.С. Мальований // Хімічна промисловість України. – Київ, 2001. – № 6. – С. 15-19.
9. Petrus R.Reaktory chemiczne / R.Petrus, M. Szukiewicz. – Wyd. Politechniki Rzeszowskiej. – 2014. – 224 s.
10. Дерейко Х. О., Гумницький Я. М., Мальований М. С. Очищення димових газів від SO₂ шляхом фізичної абсорбції та хемосорбції вапняковою суспензією // Державний міжвідомчий науково-технічний збірник “Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ”. – Івано-Франківськ. – 2000. – Випуск 37 (том 9). – С. 168–173.

ПРОБЛЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ПОБІЧНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ РАДІОАКТИВНИМИ ПРОДУКТАМИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЯДЕРНОГО ПАЛИВА В УКРАЇНІ

**Андрієвський В.З.¹, Полякова І.О.²,
Токаревський В.В.³, Турбаєвський В.В.⁴**

¹ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища» НАН України
просп. Палладіна 34-а, 03680, м. Київ
av_zahar@ukr.net;

²Державний науково-технічний центр з ядерної
та радіаційної безпеки
вул. В. Стуса, 35/37, 03142, м. Київ;

³Інститут проблем Чорнобиля
просп. Науки, 46, 03083, м. Київ;

⁴Всесвітня асоціація операторів атомних електростанцій,
WANO London, Level 35, 25 Canada Square London E 14 5 LQ,
United Kingdom

Наведено результати аналізу стану основних елементів ядерно-паливного циклу в Україні, висвітлені проблеми поводження з побічними радіоактивними технологічними продуктами (радіоактивними відходами) при створенні власного виробництва ядерного палива в країні. *Ключові слова:* ядерно-паливний цикл, ядерне паливо, радіоактивні матеріали, радіоактивні відходи, класифікація радіоактивних відходів, техногенно-підсилені джерела природного походження.

Проблемы обращения с побочными технологическими радиоактивными продуктами при производстве ядерного топлива в Украине. Андриевский В.З., Полякова И.А., Токаревский В.В., Турбаевский В.В. Приведены результаты анализа состояния основных элементов ядерно-топливного цикла в Украине, освещены проблемы обращения с побочными радиоактивными технологическими продуктами (радиоактивными отходами) при создании собственного производства ядерного топлива в стране. *Ключевые слова:* ядерно-топливный цикл, ядерное топливо, радиоактивные материалы, радиоактивные отходы, классификация радиоактивных отходов, техногенно усиленные источники природного происхождения.

Problems of management of radioactive technological waste in the production of nuclear fuel in Ukraine. Andrievskiy V., Polyakova I., Tokarevskiy V., Turbayevskiy V. The analysis of the current state of mane stages the nuclear fuel cycle in Ukraine highlighted the problems of waste treatment technology in the creation of its own nuclear fuel production in the country. *Keywords:* nuclear fuel cycle, nuclear fuel, radioactive materials, radioactive waste, radioactive waste classification, technologically-enhanced naturally occurring radioactive sources.

Стабільний розвиток України має базуватися на гарантованій енергетичній незалежності. Один з головних напрямків енергетичної її незалежності базується на диверсифікації постачання ядерного палива, в тому числі шляхом придбання готового палива у виробників з інших країн, а також на виготовленні тепловиділяючих елементів (ТВЕЛів) та тепло-виділяючих збірок (ТВЗ) в Україні.

Розширення міжнародної кооперації та збільшення національного внеску в організацію ядерно-паливного циклу (ЯПЦ) України багато років обговорювали на державному рівні з часу надбання незалежності. Так, Указом Президента від 23.02.1994 р., № 64/94 схвалена Комплексна програма створення ядерно-паливного циклу, яка була затверджена постановою КМУ від 12.04.1995 р., № 267. У подальшому, цей стратегічний напрям був місце в усіх редакціях Національної енергетичної програми та інших документах.

Указом Президента України від 5.06.2013 р., № 317/2013 введено у дію рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про розвиток атомно-промислового комплексу і створення ядерно-паливного циклу в контексті гарантування енергетичної безпеки України».

Комплексна програма розвитку ЯПЦ України передбачає вирішення проблеми на довготермінову перспективу шляхом використання вітчизняного сировинного, виробничого і науково-технічного потенціалу для задоволення власних потреб в ядерному паливі та виходу з високотехнологічною продукцією на світові ринки [1]. Для цього заплановано

поетапний розвиток і створення елементів вітчизняного ЯПЦ, що включає збільшення видобутку і переробки уранової і цирконієвої сировини, одержання гексафториду урану (конверсія урану), реконструкцію та створення потужностей з виробництва цирконієвих сплавів і прокату, на кінцевому етапі - виготовлення ТВЕЛів та ТВЗ. Отримання збагаченого урану передбачається шляхом імпорту.

Завод з виробництва ядерного палива і його місце в ядерно-паливному циклі

Будь-який ядерний паливний цикл – це значна кількість дорогих і шкідливих виробництв. Вибір оптимального варіанта ЯПЦ – серйозна проблема для країни, коли йдеться не про створення власного ЯПЦ, а лише про розширення тих етапів, які мають технологічний та ресурсний потенціал. Відомо, що значна кількість основних етапів уранового ЯПЦ, на якому базується сучасна атомна енергетика, відсутня на території України.

Для ядерної енергетики потрібен ^{235}U , який здатний підтримувати ланцюгову реакцію поділу. Його концентрація в природному урані низька – в середньому 0,72 %. Понад 99,27% - це більш важкий ізотоп урану - ^{238}U (з невеликим вмістом ^{234}U). Тому необхідно проводити збагачення природного урану до 5% для енергетичних ядерних реакторів.

В Україні здійснюється видобуток уранової руди, виробництво уранового концентрату (в формі закису окису урану U_3O_8 або діуранату натрію $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$), що передують конве-

рсії урану - виробництво гексафториду урану (UF_6) та його збагачення ізотопом ^{235}U .

Гексафторид урану є найбільш придатною хімічною сполукою для ізотопного збагачення. Підприємства Росії з перетворення оксиду урану в гексафторид розміщені в Верхньому Нейвінську (Свердловська обл.) та Ангарську (Іркутська обл.). В промислових масштабах виробництво гексафториду урану здійснюють в США, Великобританії, Франції та Канаді.

У грудні 2010 року укладено угоду між російською компанією ВАТ «ТВЕЛ» та українським державним концерном «Ядерне паливо» про будівництво заводу з виробництва ядерного палива для реакторів типу ВВЕР-1000 на території України. Проектна потужність заводу планувалася до 800 ТВЗ на рік, або до 400 тонн в урановому еквіваленті. В реактор потужністю 1000 МВт завантажують, приблизно, 75 т палива в таких збірках. В реакторі ядерне паливо працює в середньому протягом трьох років.

Виробництво ядерного палива у вигляді готових тепловиділяючих збірок для використання в ядерних реакторах ВВЕР-1000 повинно було здійснюватись за технологією ВАТ «ТВЕЛ». Цикл виробництва ядерного палива планувався з таких основних етапів: збагачений на підприємствах РФ уран поступав на завод у вигляді гексафториду урану. Потім, UF_6 переводився в двоокис урану, матеріал з якого формуються циліндричні пігулки, близько 2 см висотою і 1,5 см у діаметрі. Ці пігулки розміщувались в спеціальних трубках, які виготовлені з нейтралізуючої сталі (або із сплаву цир-

конію) довжиною 4 м. Це і є так звані тепловиділяючі елементи. Зі споряджених урановими пігулками ТВЕЛів збираються реакторні паливні збірки типу А (ТВЗА), які потім завантажуються у реактор.

Завод з виробництва ядерного палива входить у систему підприємств ядерно – паливного циклу.

Урановий ядерно-паливний цикл схематично показано на Рис. 1.

Складові процеси, вписані у штрих-пунктирні прямокутники, це: виробництво UF_6 , збагачення урану, переробка - не відбуваються на території України. Станом на 26.10.2016 р. діяльність заводу призупинено до прийняття рішення щодо можливості подальшого будівництва.

Утворення побічних технологічних радіоактивних продуктів (радіоактивних відходів) та поводження з ними

Внаслідок виробництва ядерного палива будуть утворюватися технологічні відходи в тому числі рідкі та тверді, які міститимуть ізотопи урану. Причому, ці відходи будуть містити лише природні радіонукліди і радіоізотопний склад їх залишиться постійним.

Чинним законодавством визначено, що короткоіснуючі радіоактивні відходи (РАВ) можуть захоронюватися в приповерхневих сховищах, а високоактивні та довгоіснуючі дозволяється захоронювати лише у сховищах геологічного типу [2], яке тільки планується збудувати в Україні. Тому до створення геологічного сховища такі відходи мають зберігатися згідно діючого законодавства у сфері поводження з РАВ.

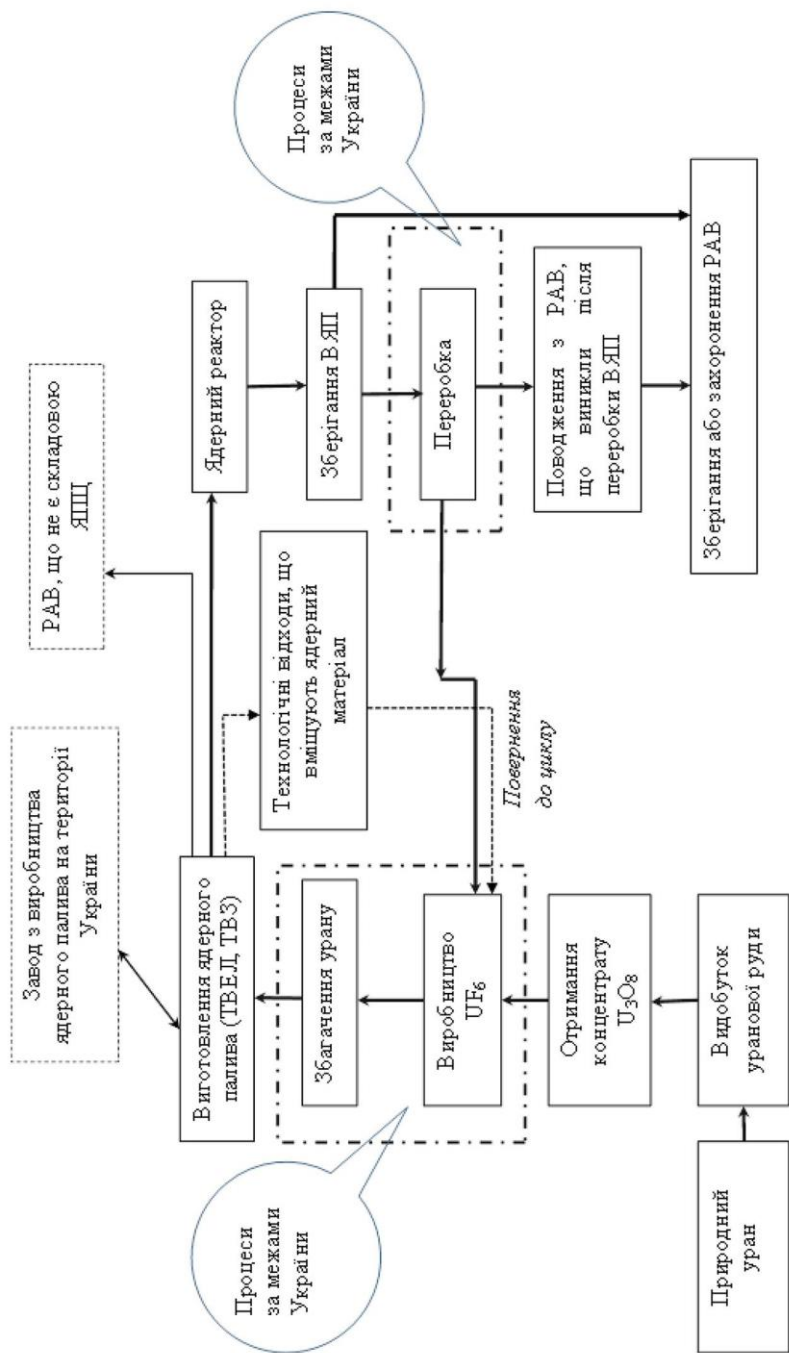


Рис. 1. Замкнений урановий ядерно-паливний цикл

Відповідно із затвердженим проектом заводу, усі побічні технологічні радіоактивні продукти визначені як РАВ. При концентрації урану ^{235}U понад 1% у контейнері з кондиціонованими РАВ відходи планується повертати постачальнику в РФ. При кількості менше 1% з такими відходами поступають відповідно до встановленої практики – передають на зберігання або захоронення.

Перед перевезенням їх для передачі на захоронення або тривале зберігання ці РАВ мають бути зацементовані. Внаслідок цементування відбудеться збільшення об'ємів РАВ майже у 2 рази.

Розрахункову кількість РАВ (згідно проекту), що будуть утворюватися в процесі експлуатації заводу на стадії пускового комплексу та при повному розвитку виробництва, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Розрахункова кількість ТРВ, що будуть утворюватися при експлуатації заводу, т/рік

Категорія ТРВ	Вид ТРВ	Утворення ТРВ, перша черга експлуатації/при повному розвитку виробництв
Низькоактивні (НАВ)	Негорючі і металеві (/), т	- / -
	Цементовані РРВ (кубовий залишок), т	12,0 / 200,0
	Цементовані ТРВ (зола після спалювання), т	3,2 / 3,2
	Всього, т	15,2 / 203,2
	Всього контейнерів, шт.	32 / 531
Середньоактивні (САВ)	Негорючі (фільтри ВВ нерозбірні), т	1,2 / 3,1
	Всього т	1,2 / 3,1
	Всього контейнерів, шт.	12 / 17
Всього ТРВ	Загальна кількість, т	16,4 / 207,6
	Контейнерів (200 л), шт.	44 / 548

Радіоактивні відходи, що утворюватимуться, планується передавати на Дніпропетровський міжобласний спеціалізований комбінат державної корпорації «УкрДО «Радон». Спеціа-

лізовані комбінати ДК «УкрДО «Радон», за Постановою уряду України від 21.12.1990 р., №377 мають право здійснювати діяльність по поводженню з РАВ тільки неядерного циклу.

Витрати заводу з виробництва ядерного палива на транспортування і приймання РАВ при обсягах понад 200 т на рік і відстані понад 300 км складатимуть близько 16 млн. грн. при повному розвитку виробництва. До цього ще необхідно додати 4 млн. грн. – витрати на контейнери для ТРВ, що складатимуть понад 20 млн. грн. щорічно і це призведе до значного зростання собівартості продукції заводу.

Відомо, що уран є цінною і стратегічно важливою сировиною і тому технологічні відходи що містять уран, мають розглядатися як цінна сировина з можливістю подальшого повернення у ЯПЦ.

Згідно чинного законодавства України та проектної документації заводу з виробництва ядерного палива побічні технологічні радіоактивні відходи, що виникли під час виробництва ядерного палива, необхідно перевести у розряд радіоактивних відходів та передати на тимчасове зберігання до спеціалізованих підприємств, де обов'язковою умовою під час поводження з якими є іммобілізація. Подальше використання іммобілізованих урановміщуючих РАВ і можливе повторне використання (повернення безпосередньо самого урану у ЯПЦ) є технічно і нормативно неможливим з таких причин.

Припинення регулюючого контролю відбувається виходячи зі значень рівнів звільнення радіонуклідів природного походження згідно [3] що є можливим, коли значення питомої активності не перевищують 1 Бк/г. Досягти такого значення не-

можливо, враховуючи що період напіврозпаду ізотопів урану перевищує мільйони років ($T_{1/2} = 7,034 \cdot 10^8$ роки для ^{235}U , $T_{1/2} = 4,464 \cdot 10^9$ роки для ^{238}U тощо). Також не існує технології та практично неможливо вилучити з твердої матриці іммобілізовані радіонукліди.

Оскільки проектом заводу з виробництва ядерного палива не передбачено місць для тимчасового зберігання РАВ, то і зберігати такі відходи немає де.

Одним з можливих варіантів поводження з технологічними відходами заводу з виробництва ядерного палива, що містять до 1% ^{235}U , може бути їх переробка на гідрометалургійному заводі СхідГЗК.

Висновки

1. Розглядати побічні технологічні радіоактивні продукти заводу з виробництва ядерного палива, що містять ^{235}U , цінною сировиною з можливістю подальшого використання у ЯПЦ України.

2. Необхідно внести зміни до ст.17 Закону України «Про поводження з радіоактивними відходами», доповнити передостанній абзац фразою у такій редакції: «відходи, що містять ізотопи урану та торію природного походження підлягають зберігання».

3. Необхідно внести зміни до ОСПУ-2005 (п.17.1) «Обмеження опромінення персоналу джерелами природного походження», доповнити його останнім абзацом в такій редакції: «технології, пов'язані з виробництвом ядерного палива».

Література

1. Тарнавський А.Б. Сучасні перспективи створення ядерно-паливного циклу в Україні // Науковий вісник НЛТУ України. – Вип. 23.15. – 2013 р. – С. 9-13.
2. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» від 30.06.1995 № 255/95-ВР // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1995. – № 27
3. Порядок звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю у рамках практичної діяльності (НП 306.4.159-2010). Наказ Держатомрегулювання України від 01.07.2010 № 84.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ НА ПОДВИЖНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Кураева И.В., Локтионова Е.П.,
Сёмка Л.В., Войтюк Ю.Ю., Матвиенко А.В.
Институт геохимии, минералогии и рудообразования
им. Н. П. Семеновки НАН Украины
пр-т Паладина, 34, г. Киев, 03142
olena.loktionova.55@mail.ru

Изложены новые данные о подвижных формах тяжелых металлов в черноземах и дерново-карбонатных почвах Украины. Для исследования использованы современные аналитические методы экстракции. Изучена зависимость содержания подвижных форм тяжелых металлов от физико-химических свойств почвенных отложений. *Ключевые слова:* почвы, тяжелые металлы, физико-химические свойства, подвижные формы.

Вплив фізико-хімічних властивостей ґрунтів на рухливість важких металів. Кураєва І.В., Локтіонова О.П., Сьомка Л.В., Войтюк Ю.Ю., Матвиєнко О.В. Викладені нові дані про рухомі форми важких металів у черноземах і дерново-карбонатних ґрунтах України. Для дослідження використані сучасні аналітичні методи екстракції. Вивчено залежність вмісту рухомих форм важких металів від фізико-хімічних властивостей ґрунтових відкладень. *Ключові слова:* ґрунт, важкі метали, фізико-хімічні властивості, рухомі форми.

The influence of physical and chemical properties of soils on mobility of heavy metals. Kuraieva I., Loktionova E., Somka L., Voituk J., Matvienko A. New data about the mobile forms of heavy metals in soils of Ukraine on example of the chernozem and sod-carbonate soils are obtained. Modern analytical methods of extraction are used for the research. It was studied the dependence of the heavy metals mobile forms maintenance from physical and chemical properties of soil sediment. *Keywords:* soils, heavy metals, physical and chemical properties, mobile forms.

Содержание подвижных форм тяжелых металлов (ТМ) в почвах – один из важнейших показателей, определяемых при эколого-геохимических исследованиях окружающей среды. Подвижные формы ТМ определяют их дальнейший переход в природные воды, растительность и далее — в живые организмы. Исследованием подвижности ТМ в почвенных отложениях занимаются специалисты большого круга естественных наук. Под подвижными

формами элементов в почвах большинство исследователей подразумевают обменные и легкорастворимые формы [1, 2, 3]. К основным факторам, влияющим на подвижность металлов в почве, относятся её физико-химические свойства. На основании эколого-геохимического картирования и опытно-методических работ украинские ученые [4, 5] впервые установили особенности физико-химической миграции ТМ в почвенном покрове Украины. Однако мно-

гие вопросы остаются нерешенными. Это касается изучения подвижных форм ТМ в разных типах почв Украины.

Цель работы — установить влияние физико-химических свойств почв на подвижность ТМ в черноземах и дерново-карбонатных почвах.

Объекты и методы. Исследованы черноземы обыкновенные на элювии песчаных сланцев и малогумусные на лёссах, а также почвы дерново-карбонатные на кварцевых песках.

Работы по отбору проб проводились в различных ландшафтных зонах Украины. Глубина отбора — 0—25 см. Пробы отбирались по ГОСТУ 17.4.4.02-84 [6]. Дерново-карбонатные почвы на кварцевых песках характерны для Полесья, почвенные образцы отбирались в районе с. Нитино, Емилчинского р-на, Житомирской области. Черноземы обыкновенные встречаются в северной части степной зоны. Черноземы обыкновенные на элювии песчаных сланцев отбирались в с. Черниговка Донецкой обл., а черноземы обыкновенные малогумусные — на лёссах в селе Никитовка Донецкой обл.

На аналитической базе ИГМР НАН Украины проводилось определение микроэлементного состава изучаемых почв методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, разложением проб почв и использованием микроволновых систем ETHOS-1 (ICP-MS) [7]. Использование этого метода позволяет значительно уменьшить продолжительность и трудоемкость пробопод-

готовки, т.е. переход ТМ из почвы в раствор. Это обусловлено созданием в автоклаве высокой температуры и давления (250 °С, 8 МПа) и влиянием микроволнового излучения на раствор и твердый образец. Пробоподготовка к анализу — важный, необходимый, трудоемкий и затратный этап аналитического исследования.

Содержание гумуса, глинистой составляющей, рН почвенного раствора, емкость обменных катионов определялись общепринятыми методами [8]. Анализ форм Cu, Zn, Co, Ni, связанных с разными фракциями почв, осуществляли по методике последовательных экстракций [1, 9]. Для выявления зависимости содержания подвижных форм ТМ в почвенных разностях от их физико-химических свойств (четыре фактора: рН, содержание глинистой составляющей, гоумуса, валовое содержание элемента) использованы линейные эмпирические модели регрессионного типа. Проверку значимости коэффициента в уравнениях регрессии проводили по критерию Стьюдента. По этому же критерию отбраковывали переменные величины, слабо связанные с результативным признаком. Адекватность модели проверяли по критерию Фишера [10].

Результаты исследований.

Установлено, что ТМ в значительном количестве находятся в глинистой фракции анализируемых почв [11]. Изучение минерального их состава показано в табл. 1. Выявлено, что в глинистых фракциях преобладает гидрослюда, есть каолинит, монтмориллонит, хлорит.

Таблица 1

Средний химический и минеральный состав глинистой фракции почв, %

Почва	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	гидро-слода	каолинит	хлорит	МОНТМО-риллонит	органическое вещество
Дерново-карбонатная почва на кварцевых песках (n = 29)	56,45	4,88	27,59	1,82	2,02	2,25	3,30	42	8	–	50	–
Чернозем обыкновенный на элювии песчанистых сланцев (n = 24)	61,77	9,83	21,09	0,81	1,90	0,46	2,90	60	10	0	15	15
Чернозем обыкновенный малогумусный на лессах (n = 33)	52,20	12,60	24,30	0,60	2,60	0,10	4,60	68	12	–	10	10

В таблице 1 знак «—» означает, что содержание отсутствует, n – количество изученных проб.

Органическое вещество находится в виде органоминеральных комплексов встречаются кварц и другие компоненты. Глинистая фракция черноземов имеет повышенное содержание органического вещества.

Физико-химические характеристики исследуемых почв представлены в табл. 2.

В табл. 2 использованы обозначения: χ – среднее содержание; δ – стандартное отклонение; ν – коэффициент вариации; n – количество изученных проб.

Содержание валовых и подвижных форм элементов и результаты статистической обработки представлены в табл. 3.

Установлено, что на содержание подвижных форм Zn в дерново-карбонатных почвах на кварцевых песках оказывают влияние pH почвенного раствора, валовое содержание и глинистая составляющая, а на Co и Ni – совокупность указанных факторов. Связи между pH почвенного раствора и содержанием подвижных форм Cu в этом типе почв не выявлено и оно зависит не только от перечисленных факторов, но и от качественного состава гумуса.

Таблица 2

Физико-химическая характеристика почв

Почва	Параметр	рН водной вытяжки	Ёмкость обменных катионов, мг·экв/100г почвы	Содержание фракции < 0,001 мм (%)	Общее содержание гумуса (%)
Дерново-карбонатная почва на кварцевых песках (n = 29)	χ	6,2	12,50	16,5	1,32
	δ	0,5	0,60	0,8	0,5
	ν	7,9	2,40	4,8	10,2
Чернозем обыкновенный на элювии песчаных сланцев (n = 24)	χ	7,0	32,6	32,4	3,59
	δ	0,6	1,15	3,2	0,7
	ν	6,8	4,55	25,0	18,0
Чернозем обыкновенный малогумусный на лёссах (n = 33)	χ	7,5	41,0	35,3	4,5
	δ	2,2	2,10	2,3	2,3
	ν	12,6	4,65	6,5	17,2

Таблица 3

Результаты регрессионного анализа зависимости содержания подвижных форм меди, цинка, кобальта и никеля от физико-химических свойств почв

Статистическое уравнение	Содержание, мг/кг	
	валовое	подвижных форм
Дерново-карбонатная почва на кварцевых песках $Zn_{\text{подв}} = 3,82 + 0,07 Zn_{\text{вал}} + 6,45 \text{ рН} + 0,36 \text{ гл. (R = 0,91)}$ $Co_{\text{подв}} = 6,65 - 0,02 Co_{\text{вал}} + 0,68 \text{ рН} - 0,37 \text{ гл.} + 0,32 \text{ гм. (R = 0,89)}$ $Ni_{\text{подв}} = 0,67 \text{ рН} - 0,05 Ni_{\text{вал}} + 0,25 \text{ гл.} - 0,56 \text{ гм. (R = 0,92)}$ $Cu_{\text{подв}} = 3,55 - 0,05 Cu_{\text{вал}} + 0,15 \text{ гл.} - 0,91 \text{ гм. (R = 0,98)}$	110—40	7,0—0,5
	12—10	7,5—0,6
	40—35	11,0—0,2
Чернозем обыкновенный на элювии песчаных сланцев $Zn_{\text{подв}} = 0,02 Zn_{\text{вал}} + 5,23 \text{ рН} - 0,25 \text{ гл. (R = 0,83)}$ $Co_{\text{подв}} = 11,14 + 6,46 Co_{\text{вал}} + 1,45 \text{ рН} - 0,43 \text{ гм (R = 0,79)}$ $Ni_{\text{подв}} = 3,13 \text{ рН} - 0,10 Ni_{\text{вал}} + 0,11 \text{ гл. (R = 0,78)}$ $Cu_{\text{подв}} = 28,9 + 0,02 Cu_{\text{вал}} - 3,91 \text{ рН} - 0,11 \text{ гл.} + 3,1 \text{ гм. (R = 0,81)}$	90—160	22—1,2
	18—15	5,2—1,5
	60—30	7,0—0,3
	80—20	15,2—0,5
Чернозем обыкновенный малогумусный на лёссах $Zn_{\text{подв}} = 2,37 - 0,01 Zn_{\text{вал}} - 2,52 \text{ рН} - 0,04 \text{ гл.} + 0,31 \text{ гм. (R = 0,79)}$ $Co_{\text{подв}} = 5,67 + 2,64 \text{ гм.} - 2,36 \text{ рН} + 0,08 \text{ гл. (R = 0,83)}$ $Ni_{\text{подв}} = 3,169 - 3,44 \text{ рН} - 0,42 Ni_{\text{вал}} \text{ (R = 0,87)}$ $Cu_{\text{подв}} = 11,21 - 0,13 Cu_{\text{вал}} + 0,31 \text{ гм. (R = 0,94)}$	145—40	7,9—0,7
	35—8	9,4—0,1
	38—20	15,5—1,0
	20—17	9,0—0,7

В черноземах обыкновенных на лёссах песчаных сланцев содержание подвижных форм Zn и Ni зависит от рН почвенного раствора и наличия глинистой составляющей, а

также от валового содержания этих элементов. На количество подвижных форм Co влияет органическое вещество, рН почвенного раствора, валовое содержание этого металла.

На содержание подвижных форм Cu влияют все отмеченные факторы.

В черноземах обыкновенных малогумусных содержание подвижных форм Ni и Co зависит от рН почвенного раствора, органической и глинистой составляющих, а также валового содержания этих металлов, подвижных форм Zn – от его валового содержания и рН почвенного раствора, а на содержание подвижных форм меди в основном влияют органическая составляющая и валовое содержание металла.

В табл. 3 использованы обозначения: подв. – подвижные формы; вал. – валовое содержание, гм – содержание гумуса; гл. – глинистая составляющая; R – коэффициент множественной регрессии.

Исследования дали возможность установить, что в черноземах обыкновенных содержание подвижных форм Zn и Ni зависит от рН почвенного раствора, наличия глинистой составляющей и их валового содержания. На количество подвижных форм Co влияет содержание органического вещества, рН почвенного раствора, валовое содержание Co . На содержание подвижных форм Cu влияют все отмеченные факторы.

Выводы. Подвижность химических элементов в почвах определяется характером их соединений и физико-химическими свойствами почв. Основные факторы, влияющие на подвижность микроэлементов в почве: ёмкость обменных катионов, щелочнокислотные условия, состав и содержание глинистой фракции и органического вещества. Построены линейные эмпирические модели зависимости содержания подвижных форм металлов от основных физико-химических свойств почв. Они служат основой для прогноза содержания подвижных форм химических элементов в почвах региона.

На основании полученных зависимостей можно прогнозировать содержание подвижных форм микроэлементов в почвах Украины; проводить эколого-геохимическое картирование почв на основе показателей подвижности и особенностей физико-химической миграции элементов почвы, а также осуществлять построение карт суммарного почвенного загрязнения по подвижным формам ТМ. Это позволит обоснованно осуществлять эколого-геохимическую оценку исследуемых территорий, находящихся под влиянием промышленных предприятий различного профиля.

Литература

1. Кузнецов В.А., Шимко Г.А. Метод постадийных вытяжек при геохимических исследованиях. – Минск : Наука и техника, 1990. – 65 с.
2. Ладонин Д.В. Соединения тяжелых металлов в почвах – проблемы и методы изучения // Почвоведение. – 2002. – №6. – С. 682–692.
3. Мотузова Г.В. Соединение микроэлементов в почвах: системная организация, экологическое значение, мониторинг. М: Эдиториал УРСС, 1999. – 166 с.
4. Жовинский Э.Я. Геохимия фтора в осадочных формациях юго-запада Восточно-Европейской платформы. – Киев: Наук. думка, 1979. – 200 с.
5. Самчук А.И., Бондаренко Г.Н., Долин В.В. Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах // Минерал. журн. – 1998. – 20, № 2. – С. 133–166.

6. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа: ГОСТ 17.4.4.02-84. – [действующий от 1986–01–01]. – М.: Госстандарт СССР, 1984. – 7 с.
7. Пономаренко О.М., Самчук А.І., Красюк О.П. та ін. Аналітичні схеми прободготовки гірських порід та мінералів і визначення в них мікроелементів методом мас-спектрометрії з індукційно зв'язаною плазмою (ISP-MS) // *Мінерал. журн.* – 2008. – 30, № 4. – С. 97–103.
8. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 487 с.
9. Крамбейн У., Грейбилл Ф. Статистические модели в геологии: Пер. с англ. – М.: Мир, 1969. – 369 с.
10. Tessier A, Cambell P.G.C., Bisson M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals // *Anal. Chem.* – 1979. – № 51. – P. 844–851.
11. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. – Киев: Наук. думка, 2002. – 215 с.

РОЗРОБКА НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНИХ ОСНОВ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ВПЛИВУ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ НА СТАН ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Мітков В.Б.

Таврійський державний агротехнологічний університет
просп. Б. Хмельницького 18, 72300, м. Мелітополь
mitkof@mail.ru

Запропоновано комплексний підхід до визначення узагальненого коефіцієнта екологічної безпеки роботи МТА, що дозволить оцінювати вплив МТА як і відносного коефіцієнта погіршення суми екологічних параметрів агрегатів, віднесених до їх нормативних значень. Оцінювати узагальнений коефіцієнт екологічної безпеки здійснюється по п'яти категоріях екологічної безпеки тракторів та сільськогосподарської техніки. *Ключові слова:* агрегат, ущільнення, відпрацьовані гази, екологічна безпека, машинно-тракторний агрегат, комплексний коефіцієнт.

Разработка научно-методологических основ комплексной оценки влияния машинно-тракторных агрегатов на состояние окружающей среды. Митков В.Б. Предложен комплексный подход к определению обобщенного коэффициента экологической безопасности работы МТА, что позволит оценивать влияние МТА как относительного коэффициента ухудшения суммы экологических параметров агрегатов, отнесенных к их нормативным значениям. Оценка обобщенного коэффициента экологической безопасности осуществляется по пяти категориям экологической безопасности тракторов и сельскохозяйственной техники. *Ключевые слова:* агрегат, уплотнения, отработанные газы, экологическая безопасность, машинно-тракторный агрегат, комплексный коэффициент.

Development of scientific and methodological principles of integrated assessment of complex farm machinery impact on the environment pollution. Mitkov V. An integrated approach to the definition of a generalized factor of the complex farm machinery ecological safety is proposed. The method allows to assess the complex farm machinery impact in the form of deterioration factor of the amount of units environmental parameters relative to their normative values. The integrated assessment of the eco-safety factor is carried out according to five categories of environmental safety of tractors and agricultural machinery. *Keywords:* aggregate, seals, exhaust gases, ecological safety, machine-tractor aggregate, complex coefficient.

Екологічні проблеми на сьогодні є найбільш важливими показниками розвитку людства. Вплив людини на екосистему досяг такого масштабу, що природні регуляторні механізми вже неспроможні самостійно нейтралізувати цей негативний вплив.

У сільськогосподарському виробництві все ширше застосовують інтенсивні технології, які включають багаторазові проходи по полю потужних і важких машинно-тракторних агрегатів (МТА), збиральних комбайнів, вантажних технологічних і тран-

спортних мобільних засобів. Це призводить до розбалансування природного навколишнього середовища. Негативно впливає МТА через викиди відпрацьованих газів (ВГ) двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) ущільнення ґрунту та руйнування її структури під тиском ходових систем мобільних енергетичних засобів та ґрунтообробних робочих органів.

Частка викидів ВГ тільки від тракторів перевищує 60% загального обсягу викидів в атмосферу забруднюючих речовин і понад 75% – від усіх мобільних енергетичних засобів [1]. За останні 15-20 років потужність тракторів зростає в 1,5-3 рази, а їх маса – у 2-3 рази при одночасному збільшенні маси сільськогосподарської техніки в 1,5 рази [2,3].

У ХХ-му столітті деградація родючості земельного фонду стала об'єктивним чинником. Кількість гумусу зменшилася на 25% [5]. На сьогодні в ґрунтах України запаси гумусу коливаються від 3,5% до 3,2%, що на 1-2% нижче оптимуму [6]. Це призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур на 15-20% [7].

У результаті багаторазових проходів таких енергонасичених агрегатів сумарна площа їх слідів на полі перевищує розмір оброблюваної ділянки в 1,5-2 рази і тільки 10-15% її не зазнають впливу ходових систем МТА [2]. За рік МТА проходять по полю від 5 до 15 разів залежно від способу вирощування сільськогосподарської культури [3]. Це призводить до ущільнення орного і підорного горизонтів ґрунту на глибину від 0,7 до 1,0 м [3]. Висока щільність спричиняє погіршення фізико-біологічних властивостей ґрунту, що ускладнює прони-

кнення коренів у нижні горизонти до вологи, поживні речовини залишаються недоступними рослинам, погіршуються умови життєдіяльності мікроорганізмів [4].

Виникла реальна небезпека порушення природно-екологічного балансу екосистеми від погіршення структури ґрунту, вітрової і водної ерозії, забруднення водою (водних джерел) токсичними речовинами, залишками мінеральних добрив і отрутохімікатів (рис. 1).

Це вимагає комплексного розгляду і вирішення цієї важливої *народногосподарської проблеми*. Однак її розв'язати практично неможливо без відповідної науково-технічної бази. Суть її полягає в комплексному вивченні і оцінці впливу МТА на навколишнє природне середовище та розробці екологічних критеріїв щодо управління екологічною безпекою при роботі МТА.

Метою досліджень є визначення і збереження природно-екологічного балансу під час роботи МТА шляхом розробки та впровадження комплексних науково-обґрунтованих критеріїв оцінки та визначення можливостей управління системою екологічної безпеки роботи агрегатів.

Результати дослідження. Для досягнення поставленої мети необхідно:

- здійснити аналіз сучасних наукових розробок щодо вивчення впливу роботи МТА на погіршення стану ґрунту та екологічних показників навколишнього природного середовища;
- провести дослідження впливу рівня технічного стану мобільних енергетичних засобів при виконанні різних технологічних сільськогосподарських операцій, на стан природно-екологічного балансу;

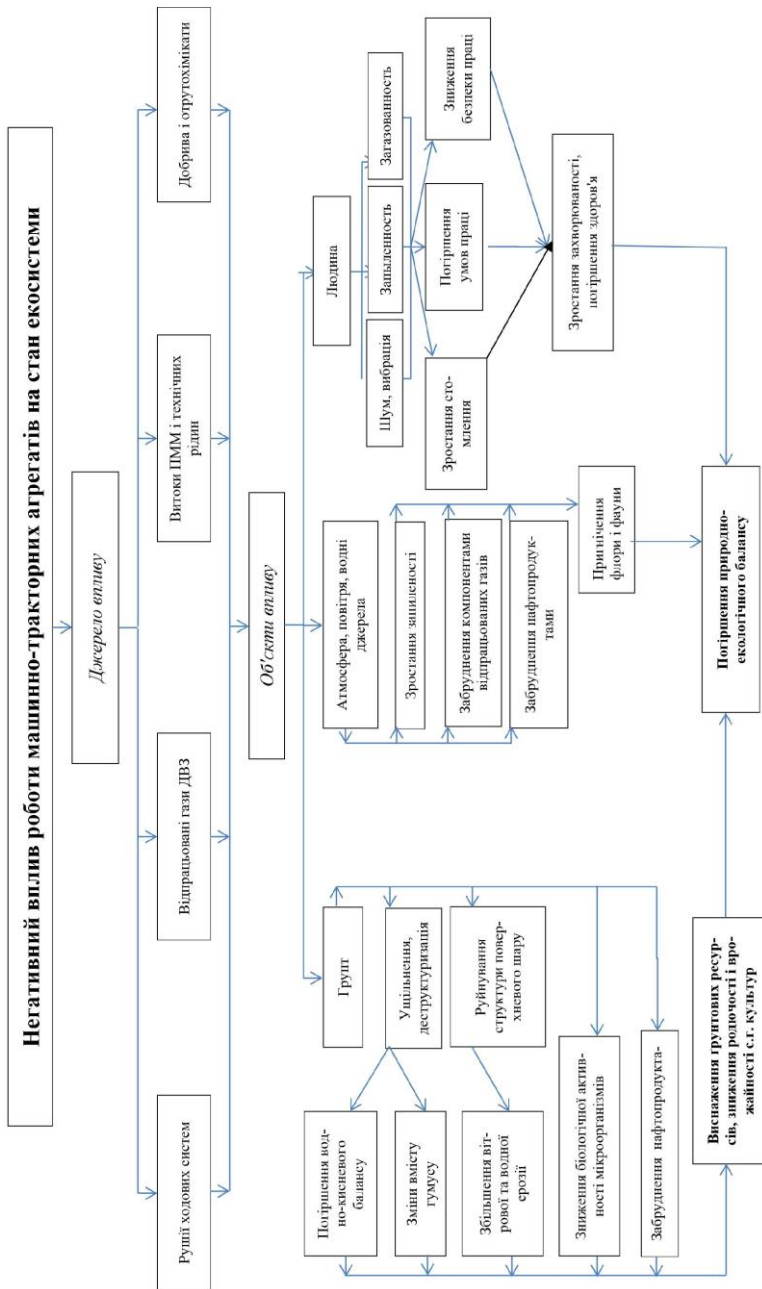


Рис. 1. Класифікація факторів негативного впливу роботи МТА на екосистему

- розробити науково-методологічні основи вибору критеріїв оцінки екологічної безпеки роботи МТА зі створенням системи управління екологічною безпекою;

- побудувати математичну модель управління процесами забезпечення екологічної безпеки при використанні різних МТА;

- створити та впровадити систему управління екологічною безпекою МТА;

- використовувати науково-технічні принципи управління екологічною безпекою роботи МТА, для зменшення їхнього шкідливого впливу на екосистему.

Науково-методичною основою виконання визначених завдань є системний підхід до вивчення екологічних проблем, що виникають при експлуатації МТА та інших сільськогосподарських енергетичних засобів.

На сьогодні [2,4,5,6] досліджується вплив техніки на погіршення стану ґрунту екологічної безпеки від шкідливих викидів ДВЗ, але комплексного вирішення цієї проблеми не існує. Узагальнений коефіцієнт екологічної безпеки ($УК_{еб}$) від впливу роботи МТА можна представити як відносний коефіцієнт погіршення суми екологічних параметрів агрегатів, віднесених до їх нормативних значень.

$$УК_{еб} = K_{U_i} \cdot U_{ki} / U_i + K_F \cdot F_{ki} / F_i + SK_{T_i} + K_N \cdot N_{ki} / N_i + K_{CO} \cdot g_{COki} / g_{COi} + K_{CH} \cdot g_{CHki} / g_{CHi} + K_{NOx} \cdot g_{NOxki} / g_{NOxi} + K_{L1} \cdot L_{1k} / L_1 + K_{L2} \cdot L_{2k} / L_2 + K_{L3} \cdot L_{3k} / L_3 + K_N \cdot N_{Kx,x} / N_{x,x} + K_{CO} \cdot g_{COKx,x} / g_{COx,x} + K_{CH} \cdot g_{CHKx,x} / g_{CHx,x} + K_{отх}, \quad (1)$$

де K_{U_i} – механічне руйнування ґрунту;

K_{T_i} – забруднення нафтопродуктами;

K_F – коефіцієнт впливу від тиску рушіїв трактора;

K_{N_i} – димність ВГ;

K_{CO_i} – викиди окису вуглецю;

K_{CH_i} – викиди вуглеводнів;

K_{NOx_i} – викиди окислів азоту;

K_{L1} – шум внутрішній;

K_{L2} – шум зовнішній;

K_{L3} – вібрація, передана технічним засобом навколишньому середовищу;

$K_{отх}$ – вагомість технологічних відходів МТА;

$U_{ki}, N_{ki}, g_{COki}, g_{CHki}, g_{NOxki}, L_{1k} \dots L_{3k}$ – контрольні заміри відповідно механічного руйнування ґрунту, концентрації викидів вуглецю, вуглеводнів, окислів азоту, шуму внутрішнього, зовнішнього, вібрації;

$U_i, N_i, g_{COi}, g_{CHi}, g_{NOxi}, L_1 \dots L_3$ – нормативні значення екологічних показників відповідно до державних стандартів;

F_{ki}, F_i – питомий тиск рушіями трактора на ґрунт при випробуванні і рекомендовані значення;

$N_{Kx,x}, g_{COKx,x}, g_{CHKx,x}$ – контрольні заміри димності, концентрації окису вуглецю та вуглеводнів відповідно ВГ на холостих обертах дизеля.

Узагальнений коефіцієнт екологічної безпеки ($УК_{еб}$) від впливу МТА оцінюється по п'яти (8) категоріях екологічної безпеки (ЕБ) тракторів та сільськогосподарської техніки.

Вища або перспективна. Коефіцієнт екологічної безпеки ($К_{еб} < 0,90$). МТА по основних або більшості показників задовольняє значення перспективних або міжнародних норм. Придатний для використання.

Гарна ($К_{еб} < 0,95$). МТА задовольняє всі екологічним вимогам вітчизняних стандартів. Перспективно для внутрішнього використання.

Задовільна ($K_{\text{еб}} < 1,2$). МТА може використовуватися при виробництві сільськогосподарської продукції. В перспективі підлягає модернізації.

Незадовільна ($K_{\text{еб}} = 1,2$). МТА не підлягає використанню. Потрібна термінова модернізація або зняття його з роботи після появи відповідної заміни для цього агрегату.

Неприпустима ($K_{\text{еб}} > 1,2$). Потрібне термінове виключення МТА з виробництва.

Експертна оцінка впливу втрат паливо-мастильних матеріалів, охолоджувальних та гальмівних рідин на зараження ґрунту виражена такими коефіцієнтами:

$K_{\text{Гі}} = 0$ – за відсутності втрат ПММ, охолоджувальних та гальмівних рідин;

$K_{\text{Гі}} = 0,1$ – за наявності підтікання моторної оливи;

$K_{\text{Гі}} = 0,15$ – за наявності підтікання трансмісійної оливи або гідравлічної оливи;

$K_{\text{Гі}} = 0,3$ – за видимих втратах (краплепадіння) з однієї із систем трактора;

$K_{\text{Гі}} = 1,0$ – за видимого краплепадіння в 2–3 з'єднаннях.

При проектуванні МТА може виникати необхідність лише по екологічних показниках визначати можливість впровадження не нових технічних рішень для цього агрегат. Тоді необхідно використовувати екологічну комплексну оцінку по п'яти категоріях екологічної безпеки (ЕБ).

Висновки

Єдиним шляхом забезпечення ЕБ тракторів і самохідної сільськогосподарської техніки на сьогодні є комплексне вирішення екологічних та технічних проблем. У їхню основу необхідно покласти екологотехнічний критерій, сутність якого полягає в оптимальному поєднанні конструктивно-технологічних заходів при виробництві та експлуатації сільськогосподарської машини, спрямованих на забезпечення виробничої безпеки та мінімізацію шкідливих впливів цієї машини на навколишнє середовище. Для визначення приналежності машини до категорії безпеки необхідно розраховувати сумарний шкідливий ефект від її використання за узагальненим коефіцієнтом екологічної безпеки.

Література

1. Стрельников В.А. Повышение экологической безопасности автотранспортных дизелей путем разработки и совершенствования методов и технических средств очистки отработанных газов. Дис. на соискание ученой системы докт. техн. наук., Саратов: СГАУ, 2004.
2. Карапетян М.А. Повышение эффективности технологических процессов путем уменьшения уплотнения почв ходовыми системами сельскохозяйственных тракторов. Дис. на соискание ученой системы докт. техн. наук., М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2010
3. Ксеневич И.П. О стабилизации параметров экологической безопасности тракторов / И.П. Ксеневич, А.Я. Поляк, В.Г. Швецов // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2007. – №3 – С. 16-19.
4. Кушнарков А.С. Новые научные подходы к выбору способа обработки почвы / А.С. Кушнарков, В. Кравчук // Техника и технологи АПК. – №5. – 2010. – С. 6-10.
5. Гайко С.Н. Совершенствование процесса механизированной обработки почвы способом копания. Дис. на соискание ученой системы докт. техн. наук., Зерноград: 2001.

6. Гордієнко В.П. Землеробство / Гордієнко В.Г., Геркіял О.М., Опришко В.П., К.: «Вища школа», 1991. – 276 с.
7. Бегей С.В. Екологічне землеробство: Підручник – С.В. Бегей, А.І. Шувар Львів: , «Новий світ – 2000», 2007. – 429 с.
8. Мисун Л.В. Инженерная экология в АПК / Л.В.Мисун , И.Н. Мисун., В.М. Гришук. Электронная версия – Мн.: БГАТУ, 2007. – 302 с.

РОЗВИТОК ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИЯ

УДК 911.53:303.1

ПРОБЛЕМИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В МЕЖАХ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ «ЛИСА ГОРА» В УЯВЛЕННІ МЕШКАНЦІВ МІСТА КИЄВА

Савицька О.В., Циганок Є.Ю.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
просп. акад. Глушкова, 2-А, 03187, м. Київ
o.savytska@gmail.com

Досліджено результати застосування методу соціологічного опитування населення Голосіївського району і міста Києва щодо рекреаційної та природоохоронної функції території регіонального ландшафтного парку (РЛП) «Лиса гора відповідно до потреб громадськості. *Ключові слова:* соціологічне опитування, анкета, регіональний ландшафтний парк.

Проблеми природопользования в пределах регионального ландшафтного парка «Лысяя гора» в представлении жителей города Киева. Савицкая Е.В., Цыганок Е.Ю. Исследованы результаты применения метода социологического опроса населения Голосеевского района и города Киева по рекреационной и природоохранной функции территории регионального ландшафтного парка (РЛП) «Лысяя гора в соответствии с потребностями общественности. *Ключевые слова:* социологический опрос, анкета, региональный ландшафтний парк.

Environmental problems within regional landscape park "Lysa Hora" in the impression of the Kiev population. Savytska O., Tsyhanok E. The results of application of the method of sociological survey of the population of Holosiivskiy district and the city of Kyiv regarding the recreational and nature protection functions of the territory of the regional landscape park (RLP) "Fox Mountain in accordance with the needs of the public are investigated. *Keywords:* sociological survey, questionnaire, regional landscape park.

Постановка проблеми

Вивчення міських ландшафтів завжди привертало увагу науковців. Потужний антропогенний тиск на

довкілля, характерний для сучасних міст, призводить до суттєвої трансформації міських ландшафтів, тому надзвичайно актуальним є вирішення

проблеми підтримки ландшафтного різноманіття на міських територіях. Це вимагає вдосконалення мережі об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ).

Звичайно території і ландшафти виконують поруч із природоохоронною і рекреаційну функцію. В більшості випадків міські мешканці обирають місця відпочинку і оздоровлення, за своїми естетичними уподобаннями. Але природоохоронні ландшафти часто позбавлені естетичної привабливості та екзотичного ландшафтного різноманіття, яке так подобається відпочиваючим.

Для ефективної організації відпочинку населення з урахуванням природних умов та ресурсів міських територій, змін стану міського довкілля під впливом рекреаційної діяльності та збереження особливо цінних ландшафтних комплексів необхідно вивчити позицію відвідувачів рекреаційної території та потреби населення в умовах оптимізації території як частини міського навколишнього середовища.

Визначити перелік побажань, зауважень, думок та пропозицій громадськості стосовно використання певної території в процесі природокористування, оптимізувати навколишнє середовище відповідно до потреб громади, а також законами та закономірностями функціонування цього середовища.

Аналіз результатів наукових досліджень

У фізичній географії, на відміну від суспільної, соціологічні методи дослідження застосовують мало, однак потреба у них існує. За допо-

могою соціологічного опитування можна одержати інформацію, що не завжди відображена в документальних джерелах чи доступна прямому спостереженню. Вербальна (словесна) інформація, одержана завдяки цьому методу, значно багатша невербальній. Вона легше піддається аналізу, що дає змогу широко використовувати для цього обчислювальну техніку. На користь цьому методу служить і його універсальність, оскільки під час опитування реєструють мотиви діяльності індивідів, результати цієї діяльності, що забезпечує переваги соціологічного опитування над методами спостереження або аналізу документів. Вони дають кращі можливості для одержання інформації про факти свідомості опитаних – мотиви, думки, потреби, інтереси, ціннісні орієнтації, установки тощо [1]. Особливо це стосується територіального планування, зокрема ландшафтного. Так, Гродзинський М.Д. пропонує гуманістичний підхід до узгодження проектів організації та планування території з населенням, обговорення використання ландшафтів, щоб це було найвигідніше для територіальних громад та не завдавало збитків довкіллю [2].

Перспективною сферою застосування соціологічних досліджень є ландшафтне планування довкілля, зокрема міського. Врахування громадської думки, узгодження інтересів в ході планування ландшафтів розкриває широкий спектр поглядів на проблеми розвитку регіону, ранжування їхньої значущості, обізнаність щодо екологічних питань. Інформація про наміри і очікування отримується безпосередньо «з перших рук», що

дозволяє враховувати інтереси усіх сторін у пошуку оптимального балансу, виявлення справжніх мотивів конфронтації та усунення суперечностей і упередження конфліктів. Наприклад, активна участь громадськості при прийнятті рішень була частково реалізована протягом 2009-2012 рр. у проєкті «Ландшафтне планування в Україні (на прикладі Черкаської області)» [3].

Основна проблема знаходиться у площині конфлікту між різними природокористувачами. Справа в тому, що бачення майбутнього РЛП «Лиса гора» абсолютно різне у громадськості та приватних компаній чи осіб, які планують вилучити ці землі з ПЗФ Києва та використати, наприклад, для забудови. Вже зараз можна спостерігати численні факти зведення огорож та початку будівництва на північно-західній ділянці РЛП, а об'яви стосовно продажу частин заповідної території просто шокують. Існує реальна загроза, що в майбутньому ми фактично втратимо цінний резерват біорізноманіття, а на його місці височитимуть багатоповерхівки або торговельно-розважальні центри.

Населення, маючи доволі низький рівень екологічної свідомості та культури, часто не лише нездатне захистити, відстояти якусь територію, але й має індивідуальні погляди на її майбутнє використання. Діяльність нечисленних екологічних організацій неспроможна самотужки захистити цей ласий шматок землі практично у центрі столиці від зазіхань осіб з власним фінансовим інтересом до території.

Екологічні проблеми стосуються урочища Лиса гора, спричинені господарською діяльністю людини. Ува-

га громадськості і активних рекреантів зосереджується на можливих наслідках їхньої діяльності, що виходять за межі раціонального природокористування, коли екологічні проблеми і чинники, на думку населення, загрожують нормальному функціонуванню ландшафтних комплексів парку.

Отже, на сьогодні доцільно виділити такі проблемні ситуації:

- конфлікт між природокористувачами;
- різне бачення статусу території парку та її використання серед рекреантів;
- неусвідомлення відпочиваючими згубної шкоди власних дій в процесі природокористування;
- низький рівень екологічної культури та свідомості населення тощо.

Виклад основного матеріалу дослідження

Столиця України, місто Київ, відзначається неповторним зовнішнім виглядом, що забезпечується наявністю обширних озелених територій і відкритих просторів. Серед них є природна пам'ятка, що зовсім несхожа на інші. Це – Лиса гора, схилами якої шелестить ліс, а верхівку вкривають сухі степові луки. Справжня перлина Києва розташована у Голосіївському районі. Тут буяє фантастичне розмаїття – близько 400 видів рослин, 305 з яких – види природної флори. За цим показником Лиса гора залишає далеко позаду подібні історичні місцевості Європи [4]. Цей унікальний куточок природи і сьогодні привертає увагу істориків, географів, екологів, краєзнавців, адже Лиса гора є чи не єдиним у Києві

місцем, де на відносно малій території представлені декілька ландшафтних комплексів (шикоролістянолісові, лучно-степові, водно-болотні). Окрім того, Лиса гора – місце історичне. З давніх-давен вона була одним із центрів осілості в середньому Придніпров'ї, маючи статус стратегічного пункту в гирлі Либеді. Саме тут відомим російським фортифікатором Е.І. Тотлебіним було зведено потужний форт, що використовувався і захисниками Києва у серпні 1941-го. Це традиційно привертає увагу місцевих жителів і робить Лису гору одним із улюблених місць відпочинку киян. У 1994 р. тут створено регіональний ландшафтний парк загальною площею 137,1 га.

На сьогодні ж РЛП «Лиса гора» переживає далеко не кращі часи. Самому його існуванню постійно загрожують плани забудовників. Активна увага з боку місцевого населення призвела до незворотної втрати багатьох червонокнижних видів флори та фауни, практично ніким не контрольований відпочинок щосезону залишає тонни побутового сміття, відбуваються несанкціоновані вирубки лісу та випас худоби тощо. Зрозуміло, що неповторна ландшафтна пам'ятка минулого, яка, до того ж, має природоохоронний статус, заслуговує більшої уваги і турботи.

Автори далеко не перший рік досліджують територію урочища Лисої гори, однак досі всі дослідження стосувалися переважно просторових закономірностей та умов функціонування ландшафтних комплексів цієї території. Потреби населення в оптимізації цієї території як частини міського довкілля до уваги не бралися.

Саме тому авторам стало цікаво дізнатися бачення та позиціонування Лисої гори в очах пересічних мешканців як Києва в цілому, так і тих людей, що мешкають практично поруч із парком населення.

У найбільш загальному вигляді **соціологічне дослідження** можна визначити як систему логічно послідовних методологічних, методичних і організаційно-технічних процедур, пов'язаних між собою єдиною метою: отримати достовірні дані про досліджувані явища чи процеси для їх подальшого використання в практиці соціального управління. Соціологічне дослідження включає чотири послідовних етапи, що змінюють один одного, організаційно-автономні і водночас змістовно взаємопов'язані. На кожному з цих етапів послідовно реалізуються конкретні *цілі та завдання*:

- підготовка дослідження;
- збір первинної соціологічної інформації;
- підготовка зібраної інформації до обробки та її комп'ютерна обробка;
- аналіз обробленої інформації, підготовка звіту за підсумками дослідження, формулювання висновків і рекомендацій [5].

Опитування – метод збору соціальної інформації про досліджуваний об'єкт під час безпосереднього (інтерв'ю) чи опосередкованого (анкетування) соціально-психологічного спілкування соціолога і респондента з реєстрацією відповідей респондентів на сформульовані запитання [1].

За характером взаємозв'язків соціолога й респондента соціологічні опитування поділяють на *заочні* (анкетні) та *очні* (інтерв'ю). Ми викона-

ли формалізоване інтерв'ю за методом збору інформації, що ґрунтується на вербальній соціально-психологічній взаємодії між інтерв'юером і респондентом з метою одержання даних, які цікавлять дослідника.

Предметом дослідження стали становлення населення до всього спектру сучасних проблем урочища Лиса гора, рівень їхнього інтересу та зацікавленості у вирішенні проблем та використанні території для різних цілей, пошук найпоширеніших цілей природокористувачів та функцій ландшафту, що мають найбільший попит серед населення тощо. Дослідження проводили не лише для того, щоб дізнатися структуру попиту та прагнень населення щодо використання території Лисої гори, а й заради того, аби порівняти розподіл відповідей між місцевим населенням та населенням Києва в цілому, встановити рівень залежності між віддаленістю території та рівнем її відвідуваності.

Особливість соціологічних досліджень полягає в тому, що більшість висновків у них засновано на інформації, отриманій у результаті вибіркового обстеження. Це є можливим лише за дотримання вимог репрезентативності. Такі питання вирішуються шляхом визначення обсягу та характеру вибірки. Наступним кроком було обрання значущих груп для встановлення їхньої послідовності і квоти (стратифікація вибірки). Мета - забезпечити певною кількістю людей кожну значущу групу так, щоб стратифікація репрезентувала всю генеральну сукупність і таким чином було зменшено похибку, пов'язану з формуванням вибірки. Ця похибка

отримується внаслідок опитування лише вибраних осіб, а не всіх респондентів за переліком генеральної сукупності. В цьому разі похибка була б відсутня. Загалом же, чим менша вибірка, тим більша похибка [6, 7].

Було складено опуклу вибірку. Вона включає основну (репрезентативну) сукупність населення Голосіівського адміністративного району, в якому знаходиться РЛП «Лиса гора». Окрім того, складається додаткова підвибірка з категорії, яка цікавить дослідників (у нашому випадку – населення Києва за винятком Голосіівського району). Ознаками, за якими розраховувались відповідні квоти, є стать та вік для двох груп. Додатково друга група стратифікувалась за приналежністю респондентів до адміністративного району міста, що дозволило поширити результати дослідження з максимальною репрезентативністю на всю генеральну сукупність.

Загальний обсяг вибірки становив двісті осіб – по сто осіб на кожну групу. Статистичну демографічну інформацію було взято з даних всеукраїнського перепису населення від 5 грудня 2001 року [8].

Завершальним етапом підготовки інструментарію соціологічного дослідження є складання опитувального листа або анкети, відповіді на питання якої і будуть бажаною інформацією, отриманою під час дослідження. Було сформульовано 24 запитання, причому 4 з них стосувались соціально-демографічних характеристик респондента. Обробка даних соціологічного дослідження здійснювали за допомогою програми Microsoft Excel, яка дозволяє структурувати, виявляти

закономірності у розподілі даних та здійснювати їх візуальну інтерпретацію. Основними завданнями стали формування рядів розподілу респондентів за їхніми відповідями на поставлені в анкеті запитання, здійснення статистичної експертизи одержаних рядів розподілу, а також оформлення їх у вигляді таблиць, графіків та діаграм, щоб у разі максимального інформаційного навантаження інформація була б доступною для сприйняття та розуміння пересічним мешканцем міста.

Найважливішим етапом був аналіз отриманих рядів розподілу (відповідно оформлених записів результатів підрахунку кількості респондентів, які вказали той чи інший варіант відповіді на поставлене в анкеті запитання).

Наприклад, ось який розподіл отримано на перше спеціальне запитання анкети «Чи знаєте Ви, що в Києві є місце, яке називається Лиса гора?» (табл. 1).

На прохання вказати район Києва, де Лиса гора розташована, чверть киян не змогла відповісти (табл. 2).

Таблиця 1

Ряд розподілу даних соціологічного дослідження, отриманих в якості відповідей на запитання анкети «Чи знаєте Ви, що в Києві є місце, яке називається Лиса гора?» (у %)

Територія	Так	Ні	Разом
Голосіївський район	96	4	100
Решта районів Києва	84	16	100

Таблиця 2

Ряд розподілу даних соціологічного дослідження, отриманих в якості відповідей на запитання анкети «В якому районі Києва знаходиться РЛП Лиса гора?» (у %)

Територія	Голосіївський	Інший / Не знаю	Разом
Голосіївський район	89	11	100
Решта районів Києва	74	26	100

Виявлено необізнаність мешканців Києва щодо природоохоронного статусу Лисої гори – менш як десята частина респондентів змогла вказати правильний варіант – регіональний ландшафтний парк (рис. 1).

Для з'ясування залежності рівня відвідуваності об'єкту дослідження від його просторового положення в межах міста – включено питання «Як часто Ви буваєте на Лисій горі?». Порівняно відповіді мешканців Голосіївського району та решти міста Киє-

ва (рис. 2, 3). Очевидно і закономірно, що найчастіше Лису гору відвідують мешканці Голосіївського району. Це пояснюється близькістю парку та його доступністю мешканцям району. При цьому жодного разу не була тут аж третина жителів Голосієва і дві третини решти киян. В основному, населення відвідує парк одноразово або ж буває в ньому не частіше одного разу на рік. Лише не дуже значна група мешканців Голосієва буває на Лисій горі щомісяця (17%).



Рис. 1. Розподіл даних соціологічного дослідження (%), отриманих в якості відповідей на запитання анкети «Чи охороняється Законом України територія Лисої гори? Якщо так, то який статус вона має?»

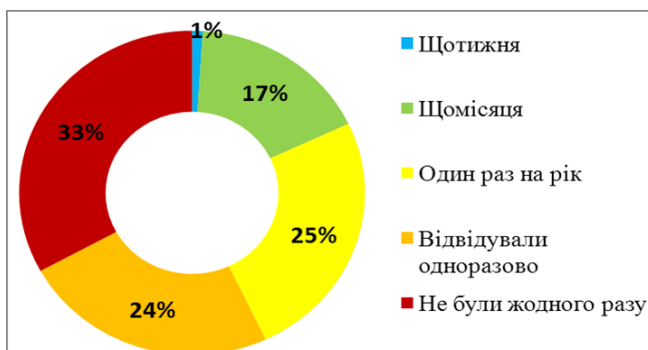


Рис. 2. Розподіл даних соціологічного дослідження (%), отриманих в якості відповідей на запитання анкети «Як часто Ви буваєте на Лисій горі?» респондентами Голосіївського району Києва



Рис. 3. Розподіл даних соціологічного дослідження (%), отриманих в якості відповідей на запитання анкети «Як часто Ви буваєте на Лисій горі?» респондентами інших дев'яти районів Києва

Аналогічно проаналізовано ряди розподілу відповідей на решту запитань анкети. Абсолютна більшість як киян в цілому, так і мешканців Голосіївського району просто прогулюються Лисою горою, значно рідше влаштовують там пікніки, причому переважно саме жителі Голосієва, що пояснюється віддаленістю Лисої гори від інших районів Києва. Уявлення киян про Лису гору переважно збігаються. Внаслідок наявності значної кількості легенд та згадок у історичній літературі більшість населення вважає Лису гору містичною територією та історико-культурною пам'яткою. Мало кому відомо про біологічне різноманіття в межах парку та присутність там червонокнижних видів. Останній варіант відповіді був своєрідною перевіркою компетентності – адже Лиса гора якраз є нетиповою для Києва територією.

Наявність звалищ побутових відходів є однією з найбільших екологічних проблем, на думку респондентів, з обох квотних груп. Це відображає поточну ситуацію.

Більшість мешканців Голосіївського району надає перевагу відпочинку в межах територій з рослинністю та ландшафтними комплексами, близькими до природних, що гармонійно вписується у бачення Голосієва як чи не найбільш зеленого району міста Києва. А ось по місту загалом більш популярним є саме духовний та культурний відпочинок, що частково пояснюється відсутністю озелених територій в багатьох районах міста (особливо в центральній його частині, а також в житлових масивах Лівобережжя) або їх незадовільним санітарним та екологічним станом. Менше всього кияни цінують відпочинок

на прибудинкових озелених територіях.

Понад 90% киян виступають проти забудови Лисої гори. Основними джерелами інформації про Лису гору є Інтернет та розповіді друзів чи рідних. Ця закономірність характерна для обох квотних груп. Варто зауважити, що таку позицію Інтернет займає завдяки молоді, в той час як варіанти «радіо», «газети» та «телебачення» обирали старші за віком респонденти.

Населення Києва налаштоване оптимістично і вважає, що громадськість має важелі впливу на вирішення проблем Лисої гори, в тому числі екологічних. По Києву в цілому відсоток респондентів, що відповіли «так» на це запитання більший, ніж у тих, хто живе поруч з парком. Мабуть, місцеві жителі усвідомлюють масштабніший спектр проблем та менші власні можливості щодо їх подолання. При цьому більше двох третин киян готові відвідувати Лису гору при покращенні екологічної ситуації та умов для рекреації. Все ж таки віддаленість від місця проживання людини не є таким вже потужним лімітуючим фактором.

Висновки

Населення Голосіївського району (та й Києва в цілому) доволі активно використовує територію РЛП «Лиса гора» для різноманітних цілей – прогулянок, пікніків, активного відпочинку, наукових досліджень, духовного вдосконалення тощо. Однак основна функція урочища – рекреаційна. При цьому рекреаційне навантаження на територію парку незначне, проте мала кількість відпочиваючих завдає

великої шкоди Лисій горі. Саме вони залишають значні кількості твердих побутових відходів, шкодять флористичному та фауністичному різноманіттю території.

Кияни уявляють собі Лису гору як покинуту територію з містичним минулим. Для відвідувачів найбільш привабливою видається різноманітність рельєфу та багатство рослинного покриву. Населення Києва в цілому прагне, аби Лису гору перетворили у «справжній» ландшафтний парк (естетично впорядкована територія з елементами ландшафтного дизайну).

Історія та сучасність Лисої гори висвітлені у різноманітних джерелах інформації, але більшість киян не знає, що ця територія охороняється законом. Слід відзначити, що населення Києва постає цілковито проти забудови Лисої гори або іншого її використання, окрім як в якості при-

родоохоронного та рекреаційного об'єкта. Люди вважають за необхідне активне екологічне виховання дітей та молоді, а також просвітницьку діяльність в рамках державної загальнообов'язкової діяльності. Мешканці зацікавлені у вирішенні екологічних проблем Лисої гори і готові допомагати – брати участь в екологічних заходах, сприяти фінансуванню робіт тощо. Ні для кого вже не секрет, що екологічний стан території парку далекий від задовільного, антропогенний тиск на нього перевищує здатність природи до самовідновлення. На сьогодні вкрай потрібні активні заходи та дії, спрямовані на збереження та охорону природних ландшафтів, історико-культурної спадщини, ефективне використання рекреаційного потенціалу та вирішення наявних і попередження потенційних конфліктів природокористування.

Література

- 1 *Городяненко В.Г.* Соціологія: Підручник / В.Г. Городяненко. – 3-тє вид., доп. – К.: ВЦ «Академія», 2008. – 544 с.
- 2 *Гродзинський М.Д.* Пізнання ландшафту: місце і простір: Монографія у 2-х т. / М.Д. Гродзинський. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. – Т. 2. – 503 с.
- 3 *Ландшафтне планування в Україні / Л.Г. Руденко, Є.О. Маруняк, О.Г. Голубцов та ін.; під ред. Л.Г. Руденка.* – К.: Реферат, 2014. – 144 с.
- 4 *Парнікоза І.Ю.* Лиса гора – урочище в плінні часу / І.Ю. Парнікоза. – [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.myslenedrevo.com.ua/uk/Sci/Kyiv/LysaGora.html>
- 5 *Екеева Э.В.* Методы географических исследований: Учебное пособие / Екеева Э.В. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2010. – 48 с.
- 6 *Паніна Н.В.* Технологія соціологічного дослідження: Курс лекцій / Н.В. Паніна – 2-е видання, доповнене. – Київ, 2007. – 320 с.
- 7 *Букач М.М.* Основи наукових досліджень у соціальній роботі: Навчальний посібник / М.М. Букач, Т.С. Попова, Н.В. Клименюк. – Миколаїв: ЧДУ ім. Петра Могили, 2009. – 284 с.
- 8 *Банк даних всеукраїнського перепису населення [Електронний ресурс].* – Режим доступу: http://database.ukrcensus.gov.ua/MULT/Database/Census/databasetree_uk.asp

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГО ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ

УДК 504.53+631.42+579.26.712.42:581.9

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ УРБАНІЗОВАНИХ ЕКОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ ТРАВ'ЯНИХ ГАЗОНІВ М.УЖГОРОДА)

Ігнатко Т.І., Бобрик Н.Ю., Колесник А.В., Кривцова М.В.
Ужгородський національний університет ДВНЗ «УжНУ»
вул. Волошина, 32, 88000, м. Ужгород
ihnatko@mail.ua

Висвітлено результати дослідження питання забруднення довкілля автотранспортом, обґрунтовано актуальність цієї проблеми, визначено екологічний стан системи «повітря-грунт-мікроорганізми-рослини» за показниками забруднення повітря, мікрофлори ґрунту та водоутримуючої здатності рослин. *Ключові слова:* автомобільний транспорт, газонні трави, мікрофлора повітря, мікробіоценоз ґрунту, водоутримуюча здатність.

Оценка экологического состояния урбанизированных экосистем (на примере травяных газонов Ужгорода). Игнатко Т.И., Бобрик Н.Ю., Колесник А.В., Кривцова М.В. Изложены результаты исследования загрязнения окружающей среды автотранспортом, обоснована актуальность этой проблемы, определено экологическое состояние системы «воздух-почва-микроорганизмы-растения» по показателям загрязнения воздуха, микрофлоры почвы и водоудерживающей способности растений. *Ключевые слова:* автомобильный транспорт, газонные травы, микрофлора воздуха, микробиоценоз почвы, водоудерживающая способность.

Assessment of ecological state of urban ecosystems (on the example of Uzhgorod grassy lawns). Ihnatko T., Bobryk N., Kolesnyk A., Kryvtsova M. Article highlights the issue of environmental pollution by road, the urgency of research on this problem. As a result of studies, we found the ecological state of the "air-to-ground microorganisms-plants" system in terms of air pollutions, soil microflora and water-holding capacity of the plants. *Keywords:* road transport, lawn grasses, microflora, air microbiocenosis, soil, plant water-retaining capacity.

Невпинно зростаючий рівень урбанізації ставить перед дослідниками нові завдання. Це озеленення наших міст, створення стійких урбофітоценозів, які зможуть успішно протистояти зростаючому антропогенному забрудненню середовища, сприяти очищенню урбосистем від найбільш поширених поллютантів. Газони є невід'ємною частиною сучасного міста, які широко використовуються для ландшафтно-декоративного оформлення садів, парків, є основою для вирощування деревних, чагарникових порід та декоративних трав'янистих рослин, самостійних елементів озеленення наших оселищ [1,2]. Однак для успішного вибору рослин, які можна і треба вирощувати на газонах, необхідно достеменно знати основні принципи їх адаптаційних механізмів, що забезпечують здійснення онтогенетичної програми в режимі постійного техногенного забруднення. У вивченні урбофлори [3], відчувається нестача робіт, в яких розглядалися особливості еколого-фізіологічної адаптації рослин на різних етапах життєвого циклу до антропогенних факторів міста. Відсутня чіткої уяви про участь газонних трав у біогеохімічному кругообігу важких металів в урбофітоценозах. Для цього важливо враховувати реакцію та роль мікробних асоціацій ґрунту, які чутливо реагують на техногенних вплив та беруть участь у процесах ґрунтоутворення та значною мірою визначають ґрунтові умови розвитку рослин. Це дасть змогу не тільки створити гарні газони й успішно озеленити наші міста, але й дасть нам нову інформацію про особливості основних механізмів екологічної адаптації рослин та мікрооргані-

змів в умовах міста, корекцію їх стану й біогеохімічний кругообіг речовин у біосфері.

Мета роботи – проаналізувати вплив автотранспорту на показники витривалості газонних трав міста Ужгорода, забрудненість повітря за хімічними та мікробіологічними показниками, вивчити мікробіоценоз ґрунту в місцях зростання газонних трав.

Об'єкти і методи досліджень

Для визначення екологічного стану територій, що перебувають у зоні впливу автомобільного транспорту, досліджували кількість та фізіологічний вплив поллютантів на мікроорганізми та вищі рослини в системі «повітря – ґрунт – рослини».

Проби рослин відбирали в трьох районах м. Ужгород: вул. Гагаріна, яка характеризується високою навантаженою транспортним потоком й одночасно малою швидкістю руху автомобілів, пл. Кірпи (район залізничного вокзалу). Контролем слугував парк "Боздош", який є рекреаційною зоною міста і знаходиться у відносно екологічно-чистому районі міста.

Відбір проб для оцінки мікробіологічних показників урбоєкосистеми проводили на відстані 0, 25 та 50 м від автошляхів на вулиці Гагаріна.

Для аналізу стану атмосферного повітря використано дані стаціонарних постів спостережень за забрудненням атмосферного повітря (ПСЗ) м. Ужгород. ПСЗ №1 знаходиться на вул. Гагаріна (поблизу нашої моніторингової ділянки), ПСЗ №2 розташований на проспекті Свободи, ПСЗ №3 – паркова зона міста («Боз-

дош») – у розрахунках було прийнято як «відносний контроль». Для визначення стану забруднення повітря кількома речовинами, що діють одночасно, використовували індекс забруднення атмосфери (ІЗА), який враховує не тільки концентрації, але й ступінь впливу забруднювачів на здоров'я людини та вказує, у скільки разів сумарний рівень забрудненості атмосфери кількома речовинами перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) двоокису сірки. Для кожного індустріального міста визначено конкретний перелік пріоритетних домішок, за якими розраховується ІЗА [4,5]:

$$ІЗА = \sum = \sum (X_i / ГДК_i) C_i,$$

де X_i – середньорічна концентрація речовини i ; C_i – коефіцієнт, який характеризує ступінь небезпеки речовини порівнянно з діоксидом сірки (Пінігін, 2001).

ІЗА менше 5 відповідає низькому рівню забруднень, від 5 до 8 – підвищеному, від 8 до 13 – високому, вище 13 – крайній ступінь забруднення повітря [6].

Об'єктами ботанічних та фізіологічних досліджень обрані рослини, що найчастіше зустрічаються в місті, зростають на спонтанних та організованих газонах, в парках, садах і прибудинкових зонах відпочинку. Це конюшина лугова (*Trifolium pratense* L.), пажитниця багаторічна (*Lolium perenne* L.), грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L.).

Визначення водоутримуючої здатності тканин визначали за методом Арланда, тобто шляхом підсушування, що проводили в ексикаторі над насиченим розчином хлориду натрія. Через певні проміжки часу (30 хв; 1

год; 1,5 год; 2 год.) листя зважували, спад маси відповідав кількості води, втраченої листям за 30-хвилинні інтервали часу. На підставі одержаних результатів обчислювали кількість води, що випарувалася, за час досліду у відсотках від вихідної маси листків [7]. Результати опрацьовані статистично [8].

Мікробіологічний аналіз повітря проводили методом седиментації мікробів за Кохом. Для визначення якісного та кількісного складу мікрофлори повітря поблизу автомагістралей використовували середовище МПА (для визначення загального мікробного числа – ЗМЧ), Ендо (кількості ентеробактерій), Сабуро (мікроскопічних грибів) [9]. Ідентифікацію проводили з урахуванням морфологічних, тинкторіальних та біохімічних властивостей мікроорганізмів.

Аналіз мікробного ценозу ґрунту проводили з використанням диференціально-діагностичних поживних середовищ методом серійних розведень ґрунтової суспензії. Відбір проб ґрунту проводили у 4-5 точках вибраних ділянок на глибині 10-15 см. Амоніфікуючі бактерії враховували на м'ясо-пептонному агарі (МПА), актиноміцети – на крохмаль-аміачному агарі (КАА), мікроміцети – на середовищі Сабуро, оліготрофи – на голодному агарі, *Azotobacter* – на середовищі Ешбі за методом обростання грудочок ґрунту [10].

Аналіз стану атмосферного повітря

Аналіз атмосферного повітря (табл. 1) показав, що за досліджува-

ними показниками перевищення максимальної разової дози ГДК для людини не виявлено. Однак для рослин концентрації SO_2 , NO_2 , та НСОН перевищували допустимі рівні і тільки концентрації оксиду вуглецю та пилу були в межах норми. Ймовірно, що велика кількість дерев на вулицях, парках та скверах міста сприят-

ливо впливає на загальний рівень CO та пилу в повітрі. Найбільш токсичним для рослин є повітря поблизу залізничного вокзалу. В повітрі паркової зони міста (ПСЗ № 3) концентрації всіх забруднювачів були мінімальними і не перевищували граничних концентрацій для людини та рослин.

Таблиця 1

Забруднення атмосферного повітря м. Ужгорода

Забруднювач	ГДК м.р. для людини	ГДК м.р. для рослин	Концентрація забруднювача, $\text{мг}/\text{м}^3$		
			ПСЗ №1	ПСЗ №2	ПСЗ №3
Діоксид сірки (SO_2)	0,5	0,02	0,031±0,001	0,021±0,001	0,002±0,0004
Діоксид азоту (NO_2)	0,2	0,02	0,025±0,001	0,038±0,002	0,011±0,001
Формальдегід (НСОН)	0,03 5	0,01	0,012±0,0003	0,027±0,001	0,007±0,001
Оксид вуглецю (CO)	5,0	4000	3,3±0,23	3,3±0,11	2,4±0,05
Пил	0,5	0,1	0,07±0,002	0,05±0,001	0,05±0,001

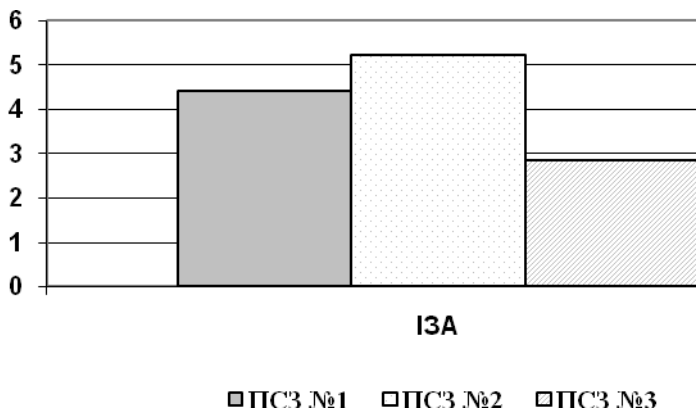


Рис. 1. Комплексний рівень забруднення атмосферного повітря районів міста Ужгород

Для інтегральної оцінки стану атмосферного повітря м. Ужгород використано показник ІЗА (рис. 1). Виявлено, що тільки поблизу залізничного вокзалу рівень забруднень відповідає підвищеному ІЗА (> 5), найчистіше ІЗА=2,84 – повітря в парку "Боздош". Загалом райони досліджень міста за станом повітряного середовища щодо основних неспецифічних забруднювачів атмосфери можна ранжувати як відносно чистий (ПСЗ №3), середньо забруд-

нений (ПСЗ № 1) і забруднений (ПСЗ № 2).

Дослідження мікрофлори повітря

Дослідження мікрофлори повітря приміагістральних територій показали, що на вул. Гагаріна, де реєструється висока завантаженість автомобільним транспортом та низька швидкість руху автомобілів, зафіксовані високі показники ЗМЧ ($56500 \pm 1,5$ КУО/1м³) (табл. 2).

Таблиця 2

Мікрофлора повітря поблизу автошляхів, КУО/1м³

№	Відстань від автошляху, м	Загальне мікробне число (МПА)	Ентеробактерії (Ендо)	Мікроскопічні гриби (Сабуро)
1	0	56500±1,5	120±0,6	220±0,5
2	25	10573±1,2	125±0,6	245±0,7
3	50	7388±1,0	131±0,5	259±0,6

Повітря на цій вулиці характеризувалось як сильно забруднене. При цьому показник ЗМЧ зменшувався з віддаленням від автошляху. Так, на відстані 25 м від автошляху показник ЗМЧ був нижчий у 5 разів і становив $10573 \pm 1,2$ КУО/1м³, а на відстані 50 м – у 8 разів порівняно з точкою 0 м. Характерно, що високий рівень ЗМЧ забезпечувався за рахунок бактеріальної мікрофлори, яка була представлена споровими бактеріями, умовно-патогенною мікрофлорою. Щодо кількості мікроскопічних грибів, то спостерігали таку тенденцію: їх показник закономірно збільшувався з віддаленням від автошляху. Кількість ентеробактерій в 1м³ повітря приміагістральних територій суттєво

не змінювалась і коливалась в межах від $120 \pm 0,6$ до $131 \pm 0,5$ КУО/1м³.

Водоутримуюча здатність рослин

Водний режим є одним із найбільш важливих критеріїв оцінки екологічного стану рослин та їх адаптивних можливостей. На баланс води в рослинному організмі впливають багато факторів, серед яких природно-кліматичні умови зростання, особливості мінерального живлення тощо. Однак одним із найбільш суттєвих зовнішніх чинників вважають саме антропогенний вплив. В умовах міста це, насамперед, асфальтове покриття і випари від нього та вики-

ди автомобільного транспорту [11]. Поєднання кількох факторів: доволі екстремальних літніх кліматичних (насамперед, високих температур і посухи), мікробіологічного та поліелементного забруднення повітряного та ґрунтового середовища, на відміну від дії будь-якого одного фактора, може викликати зміни в фізіологічних реакціях рослин (синергізм, адитивність або антагонізм) [12]. Проаналізовано динаміку водного режиму досліджуваних рослин у районах міста з різним рівнем техногенного забруднення.

Проведеними дослідженнями встановлено статистично значиме ($p < 0,05$) зниження показника водоутримуючої здатності листків досліджуваних видів в забруднених районах міста. Конюшина та пажитниця виявили аналогічні тенденції поблизу залізничного вокзалу (площа Г. Кірпи), а на пожвавленій автомагістралі рослини втрачали воду швидше та інтенсивніше, ніж у прийнятому за контроль парку "Боздош". Найбільше вологи випаровувалося в перші 30 хв. експозиції (близько 60% від загальної втрати), а потім, протягом ще 1,5 годин – решту. Загалом вага *T. pratense* та *L. perenne* по закінченні дослідів становила 91,01%, 89,2% та 88,8%, 90,01% від вихідної для вул. Гагаріна та площі Г. Кірпи відповідно. У рекреаційній зоні міста ці рослини найменше втрачали води і зберігали 93,4% (*T. pratense*) та 92,3% (*L. perenne*) маси свого тіла. Динаміка втрати також була іншою, протягом усього дослідів рослини втрачали воду майже рівномірно (2-3% щопівгодини). Дещо іншу тенденцію проявила *D. glomerata*. Найменшу водоу-

тримуючу здатність цього виду спостерігалася саме у відносно чистому середовищі міського парку (13,1%) при 9,6 % та 8,9% відповідно для вул. Гагаріна та площі Г. Кірпи. У листків *D. glomerata*, що зростають біля доріг з інтенсивним рухом, витрати води за перші 30 хвилин становили всього 1,5% від сирової маси, тоді як на контрольній території за перших півгодини рослини втрачали близько 5% своєї маси.

Дослідження мікрофлори ґрунту

Аналіз ґрунтової мікрофлори поблизу автошляху на вул. Гагаріна, для якого характерна значна інтенсивність руху та низька швидкість автомобілів, показав, що на цій території реєстрували суттєву перебудову мікробного ценозу ґрунту. У пробах ґрунту, відібраних безпосередньо біля автошляхів, встановлено підвищену кількість амоніфікаторів ($11,5 \times 10^6$ КУО/1г. гр.), актиноміцетів ($2,1 \times 10^6$ КУО/1г. гр.), зниження кількості мікроскопічних грибів ($0,05 \times 10^6$ КУО/1г. гр.) та азотфіксаторів (26,6%) в порівняно з віддаленими точками (50 м) (табл. 3).

Мікрофлора ґрунту, відібраного на відстані 25 м від автошляхів, характеризувалась незначним підвищенням кількості амоніфікаторів, актиноміцетів та мікроміцетів, проте кількість азотфіксаторів знижувалась майже вдвічі (15%). На відстані 50 м від автошляхів кількість амоніфікаторів та актиноміцетів зменшувалась, а кількість мікроскопічних грибів та азотфіксаторів, навпаки, зростала [13].

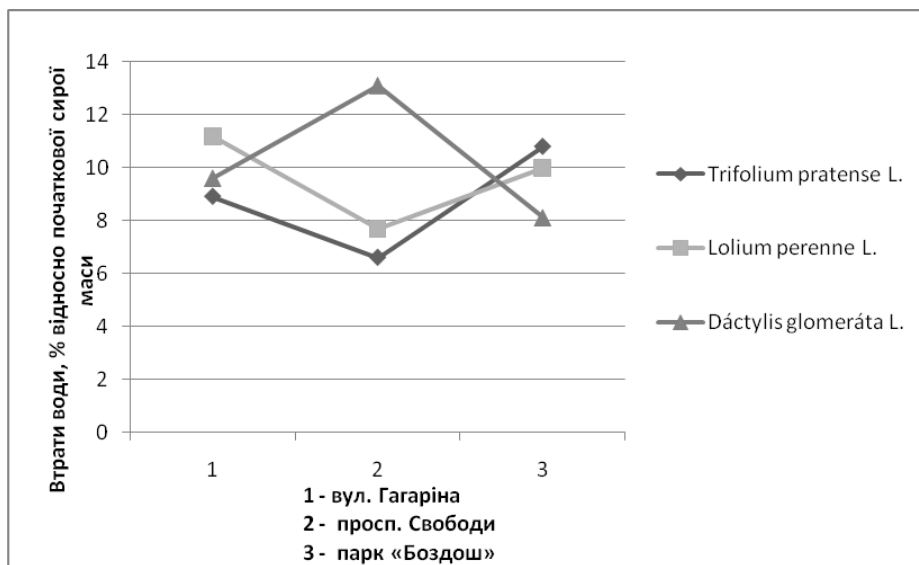


Рис. 2. Водоутримуюча здатність досліджуваних видів рослин

Таблиця 3

Мікробіоценоз ґрунту поблизу вулиці Гагаріна, КУО/1 г $\times 10^6$

Відстань від автомагістралі, м	Група мікроорганізмів			
	Амоніфікатори, МПА	Актиноміцети, КАА	Мікроскопічні гриби, Сабуро	Азотфікатори, Ешбі, %
0	11,5±0,2	2,1±0,4	0,05±0,1	26,6
25	14±0,1	4±0,2	0,55±0,05	15
50	8±0,3	1,5±0,3	6,75±0,2	91,6

Висновки

Встановлено, що за оцінкою стану атмосферного повітря за показником ІЗА поблизу залізничного вокзалу (площа Г. Кірпи) рівень забруднень відповідає підвищеному (ІЗА > 5), найчистішим (ІЗА=2,84) – повітря в парку "Боздош".

Повітря поблизу автошляхів за мікробіологічними показниками характеризується як «сильно забруднене». Найвищий рівень ЗМЧ у повітрі за-

реєстровано безпосередньо біля автошляхів (0 м) з низькою швидкістю та високою інтенсивністю руху (вул. Гагаріна). Мікрофлора повітря поблизу автошляхів представлена переважно споровими та пігментними бактеріями, сарцинами, цвільовими грибами.

Досліджень встановлено статистично значиме зниження показника водоутримуючої здатності листків досліджуваних видів у забруднених районах міста. Поблизу залізничного

вокзалу (площа Г. Кірпи) та вул. Гагаріна на пожвавленій автомагістралі рослини втрачали воду швидше та інтенсивніше, ніж у прийнятому за контроль парку "Боздош".

Поблизу автомагістралі на відстані 0-50 м від автошляху різко зміню-

ються показники мікробного ценозу ґрунту, що проявляється у підвищенні кількості амоніфікаторів за рахунок умовно-патогенної мікрофлори та спорових мікроорганізмів, зниженні вмісту мікроміцетів та відсотку азотфіксуєної мікрофлори.

Література

1. Газоны. Основы семеноводства и районирования. – М.: Наука, 1984. – 244 с.
2. Головач А.Г. Газоны, их устройство и содержание / А.Г. Головач. – М.-Л.: Изд-во Академии Наук СССР, 1955. – 338 с.
3. Горышина Т.К. Растение в городской среде / Т.К. Горышина. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1991. – 152 с.
4. Пинигин М.А. Теория и практика оценки комбинированного действия химического загрязнения атмосферного воздуха / М.А. Пинигин // Гигиена и санитария. – 2001. – № 1. – С. 9–13.
5. Тарасова В.В. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище. Навч. посіб. / Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. – К.: Центр учбової літ-ри, 2007. – 276 с.
6. Харитонов М.М. Екологічна оцінка аеротехногенного забруднення довкілля у Дніпропетровському індустріальному регіоні / М. М., А. М. Бенселгуб, Л. В. Шупранова, В. М. Хлопова // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Біологія, біотехнологія, екологія. – 2014. – Вип. 204. – С. 65-73.
7. Бессонова В.П. Практикум з фізіології рослин. – Дніпропетровськ: 2006. – 316 с.
8. Лакин Ф. Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
9. Кривцова М.В. Екологія мікроорганізмів. Навч. посіб. для студ. біол. ф-тів вищ. навч. закл. / М. В. Кривцова, М. В. Ніколайчук ; ДВНЗ "Ужгород. нац. ун-т", Біол. ф-т. – Ужгород : Гражда, 2011. – 203 с.
10. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под. ред. Д.Г. Звягинцева – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
11. Шматко И.Г., Григорюк И.А. Реакция растений на водный и високотемпературный стресс // Физиология и биохимия культурных растений. – 1992. – 24, № 1. – С. 3-14.
12. Пономарьова О. А. Зміни анатомічної будови листків дерев роду *Tilia* L. як показник адаптації до різних умов зростання / О. А. Пономарьова // Питання біоіндикації та екології. – 2013. – Вип. 18, № 2. – С. 105-120. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/pbte_2013_18_2_12.pdf.
13. Soils in the Urban Environments. Ed. by P. Bullock and P.J. Gregory. Oxford: Blackwell Sci. Publications, 1991. – 174 p.

ВИРОБНИЦТВО ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОЇ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА В УКРАЇНІ: ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

Грабак Н.Х.

Чорноморський державний університет імені Петра Могили
вул. 68 Десантників, 10, 54000, м. Миколаїв
dun@kma.mk.ua.

Обґрунтовано доцільність запровадження в Україні виробництва екологічно-чистої продукції рослинництва для власних потреб та на експорт. Запропоновано впровадити у виробництво низку організаційних і технологічних рішень, що цілком реально здійснити. *Ключові слова:* екологічно чиста продукція, нормативна база, ринок екологічно чистої продукції, сертифікація продукції, екологічний паспорт сільськогосподарського підприємства, технології вирощування екологічно чистої продукції.

Производство экологически чистой продукции растениеводства в Украине: организационные и технологические аспекты. Грабак Н.Х. Обоснована целесообразность внедрения в Украине производства экологически чистой продукции растениеводства для собственных нужд и на экспорт. Предложено внедрить в производство ряд организационных и технологических решений, что вполне реально осуществить. *Ключевые слова:* экологически чистая продукция, нормативная база, рынок экологически чистой продукции, сертификация продукции, экологический паспорт сельскохозяйственного предприятия, технологии выращивания экологически чистой продукции.

Production of environmentally friendly crop production in Ukraine: organizational and technological aspects. Grabak N. The expediency of introduction of ecologically pure crop production for Ukraine for own needs and for export is introduced. It is proposed to introduce in production a number of organizational and technological solutions, which is quite feasible to implement. *Keywords:* ecologically pure products, normative base, ecologically clean products market, product certification, ecological passport of agricultural enterprise, technologies of growing ecologically pure products.

Сьогоднішня переконує людство в необхідності споживати в харчування екологічно чисту продукції. Проте нарощування виробництва такої продукції у світі на сьогоднішній день відбувається вкрай повільно. Цьому є декілька причин. Виробництво екологічно чистої продукції рослинництва може загальмувати зростання врожайності та валових зборів, і це за умови, коли значна частина населен-

ня планети голодує та недоїдає. Існуючі технології виробництва такої продукції недосконалі, що вимагає, з одного боку, їх покращення, а з іншого – веде до подорожчання такої продукції, що зменшує попит населення на продукцію з низькою купівельною спроможністю [1,2,3,4].

Нині Україна переживає не кращі часи. Напружені політична, економічна, фінансова та соціальна ситуації

спричиняють безліч проблем у житті країни.

Одночасно родючі землі, сприятливі кліматичні умови створюють умови для виробництва екологічно чистої продукції харчування, яка б могла задовольнити не тільки внутрішні потреби, але й експортуватися за кордон.

На сьогодні в Україні працює 140 сертифікованих господарств на площі 290 тис. га, які вирощують екологічно чисту (органічну) продукцію. Це лише 0,7% від сільськогосподарських угідь країни, що дуже замало.

У роботі зроблено спробу узагальнити накопичений в Україні досвід виробництва екологічно чистої продукції рослинництва виділивши його організаційні та технологічні особливості.

Результати досліджень

Передусім необхідно визначити зони (райони), які за екологічними параметрами придатні для отримання екологічно чистої продукції рослинництва, де не повинно бути радіаційного забруднення території після аварії на Чорнобильській АЕС.

В межах кожної зони (району) слід визначити господарства, які б були віддалені від об'єктів, що забруднюють довкілля. Вміст токсикантів на сільськогосподарських угіддях таких господарств не повинен перевищувати ГДК. Такі господарства повинні мати міцну матеріально-технічну базу та фінансове забезпечення. Важливим аргументом є стан культури землеробства, що може зняти напругу в проведенні заходів захисту рослин від шкідливих організмів. Господарства, які претендують

на виробництво екологічно чистої продукції, повинні виробляти достатню кількість органічних добрив, які здатні замінити повністю або частково штучні мінеральні. Кількість таких господарств може корегуватися через певні проміжки часу.

У господарствах, де планується виробництво екологічно чистої продукції, необхідно провести паспортизацію усіх земель, де вирощується така продукція. Для цього рекомендується методика розроблена співробітниками Української сільськогосподарської академії під керівництвом Шикули М.К. Для виконання цієї роботи доцільно створити при аграрних ВНЗ або аграрних науководослідних установах госпрозрахункові підрозділи з ґрунтознавців, агрохіміків, екологів [5].

Оскільки невеликі за площею фермерські господарства не завжди мають у своєму складі кваліфікованих фахівців, які розуміються на проблематиці виробництва екологічно чистої продукції рослинництва, необхідно в дорадчих службах адміністративних районів мати відповідних фахівців, які на платній основі надавали б консультації усім бажаючим.

На загальнодержавному рівні для налагодження виробництва екологічно чистої продукції харчування в Україні передусім необхідно прийняти закон «Про агровиробництво».

Потребують кваліфікованого опрацювання вітчизняні стандарти на екологічно чисту продукцію, порядок їх маркування з орієнтацією на систему стандартів ISO 14000, які на відміну від багатьох інших стандартів орієнтовані не на кількісні параметри, а на ефективну роботу систе-

ми екологічного менеджменту – environmentalmanagementsystem [6].

Для кращої організації роботи і контролю за якістю продукції доцільно створити державну службу сертифікації сільськогосподарських підприємств і виробленої ними продукції, мережу сертифікованих і сучасно оснащених лабораторій для оцінки якості кожної партії продукції, що претендує на екологічну чистоту.

Заслуговує на увагу і такий захід як організація постійно діючих курсів з питань підвищення кваліфікації працівників аграрних формувань, які займаються згаданими питаннями.

Потрібно організувати внутрішні та зовнішні ринки екологічно чистої продукції, оскільки сьогодні такого ринку не існує. При цьому необхідно розробити виважену методику ціноутворення на екологічно чисту продукцію, враховуючи при цьому витрати виробництва, маркетингові витрати, а також витрати на екологію.

За прикладом багатьох країн Заходу гранична ціна на екологічно чисту продукцію не повинна перевищувати 25% від вартості традиційної продукції.

Попит на якісні продукти харчування зростає в усьому світі, в т. ч. в Україні. Відношення різних категорій людей до закупівлі екологічно чистої продукції залежить від їх доходів.

Зазвичай екологічно чисту продукцію можуть споживати всі категорії населення.

Відмітимо, що сьогодні 85% продуктів дитячого харчування в Україні імпортується із-за кордону. У нас певна кількість такої продукції виробляється, але вона не може конкурувати з іноземною в основному із-за ціни.

Для того, щоб виробники екологічно чистої продукції мали гарантований ринок збуту. Для цього необхідно, щоб організації, які займаються її експортом, заздалегідь заключали контракти з товаровиробниками й гарантували їй закупівлю за прийнятними цінами.

Переважає більшість сільськогосподарських підприємств в Україні, в тому числі й ті, що можуть спеціалізуватися на виробництві екологічно чистої продукції, обмежені в коштах і вимушені брати кредити в банках. За таких умов логічно, щоб держава зобов'язала банки надавати господарствам, які виробляють екологічно чисту продукцію на експорт, пільгові кредити для покращення їх матеріально-технічної бази та поточні витрати.

Що стосується технологічного блоку питань, то тут потрібно мати на увазі наступне.

Вузька спеціалізація переважної більшості аграрних підприємств України та прийнята на даний час структура посівних площ з великим відсотком зернових культур не дозволяють дотримуватись науково обґрунтованих сівозмін з добрими попередниками [7]. У цьому випадку потрібно приділяти посилену увагу до систем удобрення, захисту рослин від бур'янів, хвороб, шкідників, своєчасному та високоякісному виконанню усіх технологічних операцій. Там, де з будь-яких причин ці умови не можна виконати, виробляти екологічно чисту продукцію досить проблематично. У цих випадках потрібно дотримуватись сівозмінного фактору і розмішувати сільськогосподарські культури, в яких очікують одержати екологічно чисту продукцію по кращих цінах.

Технологія виробництва екологічно чистої продукції потребує відповідного ставлення до сортового складу рослин. Основну увагу тут варто приділяти не стільки до продуктивності, скільки на якісні показники, стійкість проти шкідників, хвороб, бур'янів, а також несприятливих погодних умов.

Відомо, що важливою умовою отримання екологічно чистої продукції є повна або часткова відмова від штучних мінеральних добрив, заміна їх органічними. Питання це не просте, враховуючи, що більшість фермерських господарств не займається тваринництвом, яке є основним постачальником органічних добрив. За таких умов необхідно використовувати усю нетоварну частину врожаю, а також нетрадиційні органічні матеріали – ставковий мул, компости, а в районах з кращими умовами зволоження та при зрошенні – і сидерати. Там, де є тваринництво, необхідно ретельно займатися виробництвом твердого і рідкого гною, пташиного посліду тощо.

Досвід засвідчує, що за сучасних умов виробництва повністю компенсувати внесення в ґрунт елементів живлення за рахунок органічних добрив і біопрепаратів практично неможливо, а альтернативи хімічним засобам захисту рослин не завжди вдається знайти. Тому доводиться застосовувати певну кількість штучних мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин. При цьому необхідно вірно добирати препарати та їх форму, дотримуватися оптимального співвідношення компонентів і термінів їх застосування тощо, адже не тільки самі препарати мають вирішальне зна-

чення в проникненні токсикантів у вирощену продукцію.

В Україні розроблені технології отримання екологічно чистої продукції для ряду сільськогосподарських підприємств, у т. ч. для ДП «Племрепродуктор Степове» Миколаївського району Миколаївської області. Господарство має в землекористуванні 6912 га сільгоспугідь і спеціалізується на вирощуванні зернових культур, соняшнику, цукрових буряків, кормовиробництві.

В радіусі 40 км від нього відсутні промислові підприємства з шкідливими викидами і скидами. Крім того, господарство характеризується добрим матеріально-технічним забезпеченням і стабільним фінансовим становищем. Системи обробітку ґрунту, удобрення та захисту рослин в польовій сівозміні №1 показано у табл.1.

Система обробітку ґрунту спрямована на створення оптимальних умов для росту й розвитку вирощуваних рослин для боротьби з бур'янами. Вона енергозаощаджуюча, на її здійснення витрачається на 43 % менше енергії, ніж при застосуванні традиційної системи обробітку ґрунту [2,4,8].

Система удобрення розрахована на проектну врожайність і покривається за рахунок наявності у ґрунті доступних елементів живлення, внесення гною, залишеної у полі нетоварної частини врожаю, обробки насіння біопрепаратами [2,4,9,10,11].

Система захисту рослин передбачає протруювання насіння біопрепаратами, створення вирощуванім рослинам оптимальних умов для росту та розвитку, механічне знищення бур'янів заходами обробітку

грунту, застосування біологічних методів боротьби з шкідливими організмами. В окремих випадках використовуються хімічні препарати шляхом мало об'ємного, ультрамало-об'ємного та вибіркового сприскування (обпилювання).

Висновки

Виробництво екологічно чистої продукції рослинництва – важливий напрямок розвитку вітчизняного агра-

рного сектора економіки, тим більше, що ґрунтові й кліматичні умови цьому сприяють. Вирішення цього питання потребує чималих зусиль. Це і правова база, і добір господарств, стандартизація продукції, ринок, виважені ціни тощо. Технологічний блок питань не є надто проблематичним, проте тут, передусім, необхідна фінансова підтримка товаровиробників для придбання необхідних технічних і матеріальних засобів.

Таблиця 1

Основні елементи технологій для одержання екологічно чистої продукції в ДП «Племрепродуктор» Степове (сівозмінна №1)

Чергування культур у сівозміні	Система обробітку ґрунту	Система удобрення	Система захисту рослин
1	2	3	4
Пар чистий	Луцнення стерні дисковими лушильниками на 5-7 см; оранка або безполічкове розпушування на глибину 28-30см; ранньовесняне боронування, пошарові культивуації упродовж літа на глибину від 8-10 до 6-7 см.		
Озима пшениця	Передпосівна культивуація на 5-6 см; післяпосівне прикочування (при потребі).	На програмовану врожайність (50 ц/га) потрібно $N_{100}P_{75}K_{70}$. Ця кількість буде покрита за рахунок поживних речовин ґрунту ($N_{40}P_{14}K_{28}$). Разом із залишеними подрібненими стеблами соняшника (57 ц/га) вноситься $N_{31}P_{31}K_{23}$. Обробка насіння біограном, що вивільнює з ґрунту $N_{10}P_{10}$.	Протруювання насіння біопрепаратом. Формування оптимального стеблостою для пригнічення бур'янів; застосування біологічних заходів боротьби з шкідниками і хворобами при їх появі.

Озима пшениця	Мульчування поверхні ґрунту соломою попередника; дискування на 10-12 см, культивування на 6-7 см, передпосівна культивування на 5-6 см, післяпосівне прикочування (при потребі).	На програмовану врожайність (32 ц/га) потрібно $N_{68}P_{51}K_{48}$. Ця кількість буде покрита за рахунок поживних речовин ґрунту $N_{47}P_{11}K_{29}$. Разом із залишенням у полі 41 ц/га пшеничної соломи вносяться $N_{63}P_{52}K_{89}$.	Протруювання насіння біопрепаратом. Формування оптимального стеблостою для пригнічення бур'янів; застосування біологічних заходів боротьби з шкідниками і хворобами при їх появі.
Кукурудза на зерно	Мульчування поверхні ґрунту подрібненою соломою попередника, лущення стерні на 5-7см, оранка на 20-22 см; культивування та боронування по мірі проростання бур'янів та випадання опадів; навесні боронування важкими зубовими боронами; передпосівна культивування на 6-7 см; до- та післясходове боронування середніми зубовими боронами, дві культивування міжрядь: перша на 6-7 см з прополюванням в рядках, друга – на 7-8 см з окучуванням рослин.	На програмовану врожайність (45 ц/га) потрібно $N_{90}P_{80}K_{40}$. Ця кількість буде покрита за рахунок поживних речовин ґрунту ($N_{46}P_{26}K_{58}$). За рахунок пшеничної соломи (38 ц/га) надійде $N_{57}P_{46}K_{84}$. Обробка насіння поліміксобактерином вивільнить з ґрунту $N_8P_8K_{10}$.	Протруювання насіння біопрепаратом. Механічне знищення бур'янів у системі напівпарового літньоосіннього обробітку ґрунту, а також шляхом до- та післясходового боронування, культивування міжрядь; застосування біологічних заходів боротьби зі шкідниками та хворобами при їх появі.
Ярий ячмінь	Дискування на 10-12 см; навесні боронування зябу, передпосівна культивування на 5-6 см, післяпосівне прикочування (при потребі).	На програмовану врожайність (25 ц/га) потрібно внести $N_{55}P_{35}K_{36}$.	Протруювання насіння біопрепаратом. Механічне знищення бур'янів, застосування

		Ця кількість буде покрита за рахунок поживних речовин ґрунту (N₃₈P₁₄K₂₆), обробки насіння флавобактерином (P₁₂), а також внесення гною (25 т/га), з якого вивільняється N₃₁P₂₃K₁₃₅ .	біологічних заходів боротьби зі шкідниками та хворобами при їх появі.
Буряк столовий	Мульчування ґрунту подрібненою соломою попередника, лущення стерні на 8-10 см, культивация по мірі появи бур'янів на 6-7 см. Восени глибока зяблева оранка з передплужниками на глибину 28-30 см. Навесні боронування та передпосівна культивация на глибину 4-5 см. Передпосівне та післяпосівне прикочування. Культивация міжрядь упродовж літа на 5-6 см при появі бур'янів.	На програмовану врожайність (350 ц/га) потрібно внести N₇₄P₄₆K₅₂ . Ця кількість буде покрита за рахунок поживних речовин ґрунту (N₄₇P₁₅K₂₉). Обробка насіння флавобактерином вивільнить P₁₂ . Внесення гною (25 т/га), з якого вивільниться N₃₁P₁₉K₁₁₃ .	Протруювання насіння біопрепаратом. Механічне знищення бур'янів у системі поліпшеного зяблевого обробітку ґрунту й культивация міжрядь, застосування біологічних заходів боротьби зі шкідниками і хворобами (при їх появі).
Соняшник	Лущення ґрунту на 5-7 см, оранка на 20-22 см; навесні боронування важкими зубовими боронами; передпосівна культивация на 6-7 см; до-та післясходове боронування середніми зубовими боронами, дві культивация міжрядь на 6-7 та 7-8 см (перша з прополюванням, а остання з окучуванням рослин в рядках).	На програмовану врожайність (25ц/га) потрібно внести N₆₈P₅₅K₅₅ . Ця кількість буде покрита за рахунок поживних речовин ґрунту (N₃₆P₁₄K₁₀₇), внесення 40 т гною, який вивільнить	Протруювання насіння біопрепаратом. Механічне знищення бур'янів, шляхом до – сходового та післясходового боронування, передпосівної культивация, культивация міжрядь; застосування біологічних методів боротьби з шкідливими організмами при їх появі.

Література

1. Буркинський Б. Екологічно чисте виробництво / Б. Буркинський. – Вісник Національної Академії наук України. – 2006. – №5. – С. 11-17.
2. Грабак Н.Х. Основи ведення сільського господарства та охорона земель. Навч. посіб. / Н.Х. Грабак, І.Н. Топіха, В.М. Давиденко. – К.:ВД «Професіонал», 2006. – 496 с.
3. Завалевська В.О. Екологічно чиста продукція – найважливіше соціально-економічне завдання сьогодні / В.О. Завалевська. – Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2003. – №3. – С. 12-14.
4. Смаглій О.Ф. Агроекологія. /О.Ф. Смаглій, А.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В.Литвак. – К.: Вища освіта, 2006. – 672 с.
5. Шидула М.К. Опыт биологического земледелия в условиях интенсификации сельскохозяйственного землепользования в условиях реформирования экономики / Н.К. Шидула, Н.Н. Доля, С.С. Антонец. – К.: СОПС НАНУ, 1993. – С. 80-83.
6. Скрипчук П. Екологічна сертифікація як інструмент виробництва та споживання екологічно чистої продукції / П. Скрипчук. – Економіка України. – 2006. – №3. – С. 12-16.
7. Бойко П.І. Екологічно збалансовані сівозміни – основа біологічного землеробства / П.І. Бойко, В.О. Бородань, Н.П. Коваленко. – Вісник аграрної науки. – 2005. – №5. – С. 9-12.
8. Біланович О.Л. Традиційні та альтернативні системи удобрення та їх вплив на відтворення родючості ґрунтів і підвищення продуктивності агроєкосистеми / Біланович О.Л. – Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2005. – №2. – С. 20-23.
9. Дудник А.В. Особливості екологічно чистих технологій / А.В. Дудник, М.М. Муляр. – Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 1999. – №1. – С. 34-39.
10. Муляр М.М. Особливості екологічно чистих технологій / М.М. Муляр, А.В. Дудник. – Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 1999. – №1. – С. 87-89.
11. Веклич А.А. Надежное средство для выращивания экологически чистой продукции / А.А. Веклич. – Сахарная свекла. – 2000. – №1. – С. 13-16.

ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОБЕЗПЕКИ

УДК 535.37

ФЛУОРЕСЦЕНЦІЯ РОЗЧИНІВ АЛЬБУМІНУ З НАНОЧАСТИНКАМИ СПОЛУК МЕТАЛІВ

Бордун І.М.¹, Пташник В.В.¹, Сардыга М.В.¹,
Дмитруха Н.М.², Короленко Т.К.²

¹ Національний університет «Львівська політехніка»
вул. Кн. Романа, 5, 79005, м. Львів
bordun.igor@gmail.com;

² ДУ «Інститут медицини праці НАМН України»
вул. Саксаганського, 75, 01033, м. Київ
dmytrukha@ukr.net

Досліджено флуоресценцію водних розчинів людського сироваткового альбуміну з наночастинками Феруму та цитратів Феруму і Купруму. Встановлено, що зміна характеру свічення альбуміну при взаємодії з наночастинками і зменшення власного свічення триптофана зумовлені денатуруючою дією наночастинок. Це може призводити до порушення функціональної активності цього білка у живих організмах. *Ключові слова:* альбумін, наночастинки, флуоресценція, конформаційні зміни.

Флуоресценция растворов альбумина с наночастицами соединений металлов. Бордун И.М., Пташник В.В., Сардыга М.В., Дмитруха Н.М., Короленко Т.К. Исследовано флуоресценцию водных растворов человеческого сывороточного альбумина с наночастицами железа и цитратов железа и меди. Установлено, что изменение характера свечения альбумина при взаимодействии с наночастицами и уменьшение собственного свечения триптофана обусловлены денатурирующим действием наночастиц. Это может способствовать нарушению функциональной активности данного белка в живых организмах. *Ключевые слова:* альбумин, наночастицы, флуоресценция, конформационные изменения.

The fluorescence of albumin solutions with metal compounds nanoparticles. Bordun I., Ptashnyk V., Sardyga M., Dmytrukha N., Korolenko T. The fluorescence of human serum albumin aqueous solutions with nanoparticles of iron, ferric citrate and copper citrate was investigated in this work. It was established that the change nature of fluorescence due to interacting albumin with nanoparticles and reducing their own tryptophan fluorescence caused by denaturing effect of nanoparticles. This may lead to a breach of the protein functional activity in living organisms. *Keywords:* albumin, nanoparticles, fluorescence, conformational changes.

У сучасному світі методи отримання та застосування наночастинок (НЧ) відкривають нові можливості у багатьох напрямках людської діяльності. Саме використання частинок металів, які володіють унікальними хімічними, фізичними, біологічними, фармакологічними властивостями, допомагає людству створювати надпотужні комп'ютери, надміцні матеріали, розробляти високоефективні методи лікування та діагностики захворювань [1-4]. Однак, з іншого боку, швидкі темпи впровадження НЧ у повсякденну життєдіяльність людини не дають змоги дослідити їх вплив на живі організми та беззаперечно можуть призвести до погіршення стану як здоров'я людини, так і довкілля [4, 5]. Значна хімічна активність і висока здатність НЧ до проникнення в організм зумовлена їх малими розмірами та великою питомою поверхнею. Відомо, що НЧ можуть проникати в організм людини різними шляхами: через слизові оболонки дихальних шляхів і травного тракту, трансдермально (наприклад, при використанні косметичних засобів), через кровотік у складі вакцин і сироваток тощо. Взаємодія НЧ з нуклеїновими кислотами, білками та клітинами призводить до змін в їх метаболізмі та функціональній активності. Небезпека поширення НЧ у навколишньому середовищі, їх проникнення в організм людини ще не повністю усвідомлена, але, безсумнівно, велика вже сьогодні і наростатиме у майбутньому.

Актуальність та мета дослідження

З'ясування причин негативного впливу НЧ і розробка способів боротьби із захворюваннями, викликани-

ми проникненням їх в організм, стають зараз предметом нового наукового напрямку у біофізиці [6]. Тому науковий пошук багатьох дослідників спрямований на вивчення впливу наноматеріалів на біологічні об'єкти на різних рівнях організації живого, зокрема, на субклітинному, клітинному, органному, цілому організмі. Переважно маловідомими залишаються тонкі механізми взаємодії НЧ із клітиною та її компонентами, а також вплив на виконувани ними функції.

Серед існуючих оптичних методів флуоресценція є одним із найчутливіших методів аналізу біологічних зразків. Тому метою роботи було дослідження взаємодії між білком альбуміном, який виконує транспортну функцію, та НЧ металів Купруму та Феруму флуоресцентним методом.

Методика досліджень

Для приготування досліджуваних розчинів використовувався людський сироватковий альбумін у концентрації 10 г/л. Для досліджень розчин розводився бідистильованою водою до концентрації 1 г/л. До такого розчину додавали колоїдний розчин НЧ Феруму (усереднені розміри 40 нм) концентрацією 10 мг/мл, цитрат Феруму (усереднені розміри 200 нм) концентрацією 1 мг/мл, НЧ Купруму (усереднені розміри 20 нм) концентрацією 10 мг/мл та цитрат Купруму (усереднені розміри 200 нм) концентрацією 2 мг/мл. НЧ Феруму отримані методом хімічного синтезу в Інституті біоколоїдної хімії ім. О. Д. Овчаренка НАН України. Цитрати Феруму та Купруму отримані за допомогою нанотехнології методом

ерозійно-вибухового диспергування Каплуненка-Косінова [7]. Хоча розмір вихідних частинок був більшим за 100 нм, тобто за класичним визначенням вони не відносяться до НЧ, однак у водних розчинах цитрат Феруму є добре розчинною, а цитрат Купруму – слабозчинною сполукою, тому внаслідок розчинності їхні розміри будуть меншими за розміри вихідних частинок.

Отримані розчини НЧ з альбуміном інкубували за кімнатної температури впродовж 2 годин, поміщали у кварцові кювети зі скла КУ-1 з довжиною оптичного ходу 10 мм і проводили вимірювання спектрів флуоресценції за допомогою спектрофлуориметра Solar CM 2203. Довжина хвилі збудження становила 280 нм, вимірювання спектрів флуоресценції проводили у повільному режимі з кроком 1 нм.

Результати та їх обговорення

Альбумін є основним білком плазми крові, складає 40-60 % від загальної кількості білка. Основна функція альбуміну – участь у підтриманні об'єму циркулюючої крові і колоїдно-осмотичного тиску плазми, а також транспорт та депонування різних речовин, у тому числі металів. Структура альбуміну настільки лабільна, що навіть при невеликій зміні інтенсивності фізико-хімічних факторів (рН, температура, денатуруючі агенти) відбуваються його конформаційні зміни, які, в свою чергу, відбиваються на його функціях.

Відомо, що білки у водному розчині і, відповідно, в організмі зберігаються у нативному стані за рахунок факторів стійкості, до яких належать

заряд білкової молекули і гідратна оболонка навколо неї. Такі розчини є поліелектролітами, основною взаємодією у яких є сили кулонівського відштовхування. При попаданні НЧ чи іонів металів у розчин відбувається взаємодія з різними групами на поверхні білка, нейтралізуючи поверхневий заряд макромолекул. У такому випадку характер взаємодії білкових макромолекул буде визначатися конкуренцією сил диполь-дипольного притягання і сил кулонівського відштовхування. А це спричинить утворення нанокластерів, характер флуоресценції яких залежатиме від взаємодії білкової молекули та НЧ.

На рисунку 1 наведено спектр флуоресценції вихідної бідистильованої води.

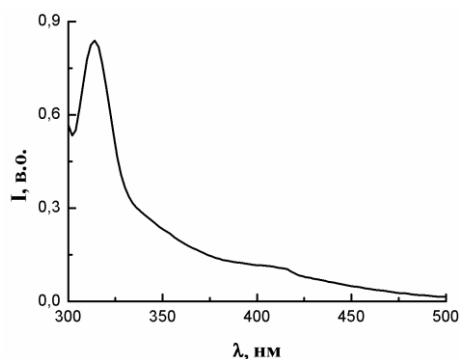


Рис. 1. Спектр флуоресценції вихідної бідистильованої води

З аналізу спектра видно, що чиста вода практично не люмінесцює, а інтенсивний пік при 320 нм є піком комбінаційного розсіювання [8]. Це підтверджує той факт, що полярні розчинники є активними гасниками флуоресценції.

При додаванні до такої води білка альбуміну і збудженні розчину в області поглинання складових білка спостерігаємо досить інтенсивну власну флуоресценцію з максимумом в області 340 нм (рис. 2).

Флуоресценція білків визначається виключно флуоресценцією ароматичних амінокислот, які входять до його складу [9]. У білках, які мають усі три амінокислоти, як у альбуміні, таке випромінювання відповідає свіченню триптофана. Така ситуація зумовлена тим, що хоча сировотковий альбумін і має 33 залишки фенілаланіна, 18 залишків тірозину і лише один залишок триптофана, останній флуоресцює лише тому, що вся енергія збудження передається йому. Це означає, що триптофан володіє найнижчим рівнем збудження.

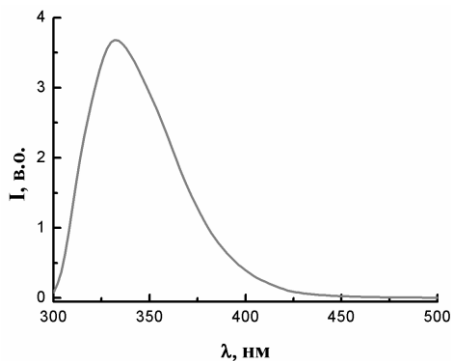


Рис. 2. Спектр власної флуоресценції альбуміну у водному розчині

При додаванні до розчину альбуміну НЧ Феруму спостерігаємо на порядок слабшу флуоресценцію, ніж у розчині білка (рис. 3).

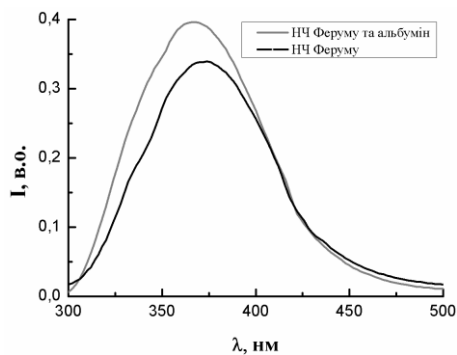


Рис. 3. Спектр флуоресценції водних розчинів НЧ Феруму та системи НЧ Феруму-альбумін

Це викликано тим, що іони Феруму найчастіше характеризуються як гасники флуоресценції, хоча у роботі [10] пропонується використовувати оксид Феруму як флуоресцентну мітку при дослідженні біоб'єктів методами флуоресцентної мікроскопії та флуоресцентної томографії. НЧ нуль-валентного заліза (Fe^0) мають високу активність у окисно-відновних процесах і застосовуються для очищення навколишнього середовища від забруднювачів органічного та неорганічного походження [11]. Часткове або повне окиснення НЧ Fe^0 у водних розчинах призводить до зниження їхньої окисно-відновної активності. При додаванні альбуміну енергія збудження передається на ці окиснені НЧ, викликаючи флуоресцентне свічення саме останніх. Відсутність власної флуоресценції альбуміну показує достатньо сильну взаємодію НЧ Феруму та молекул білка.

Якщо розглядати цитрат Феруму, то у водному розчині він за рахунок доброї розчинності переходить у іонний стан, утворюючи іони Fe^{3+} та

цитрат-іони $C_3H_5O(COO)_3^{3-}$. Іони Феруму Fe^{3+} , хоча й мають найменший іонний радіус у ряді Fe^0 - Fe^{2+} - Fe^{3+} , але, як і іони інших важких металів, міцно зв'язуються з зарядами на поверхні білкової молекули, чим спричиняють денатурацію частини білка [12].

Оскільки цитрат Феруму добре розчиняється у воді, то його розчин практично не люмінесцює (рис. 4). При денатурації білка, який активно взаємодіє з іонами Феруму, спостерігається суттєве – майже на порядок – зростання інтенсивності флуоресценції.

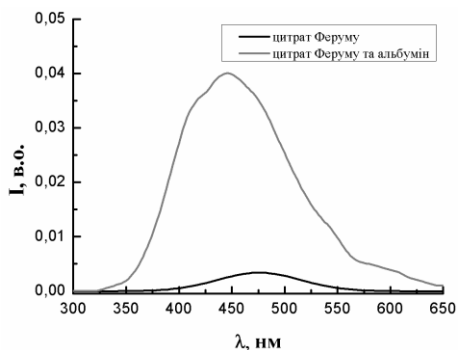


Рис. 4. Спектр флуоресценції водних розчинів цитрату Феруму та системи цитрат Феруму-альбумін

Якщо ж розглядати цитрат Купруму, який практично не розчиняється у воді, то його взаємодія з білком є набагато слабшою, що проявляється незначною зміною спектрів флуоресценції (рис. 5). Як бачимо, смуга з максимумом при 360 нм дещо зменшує свою інтенсивність, а смуга з максимумом при 420 нм практично не змінює своєї інтенсивності. І, як і у попередніх випадках, власна флуо-

ресценція альбуміну не спостерігається.

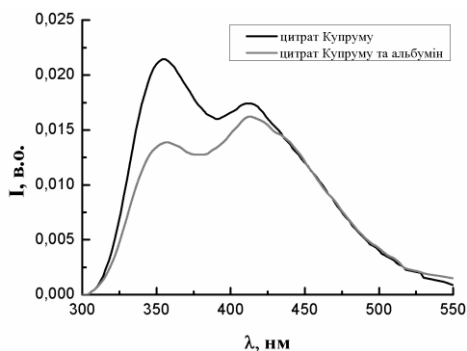


Рис. 5. Спектр флуоресценції водних розчинів цитрату Купруму та системи цитрат Купруму-альбумін

Висновки

З наведеного можна зробити висновок, що зміна характеру світіння альбуміну при взаємодії з НЧ і зменшення власного світіння триптофана зумовлені денатуруючою дією НЧ металів. У першу чергу порушується система гідрофобних зв'язків, у результаті чого починає порушуватися третична структура, а триптофан змінює своє положення у білковій глобулі. Він позбувається того оточення, яке мав у нативному білку, а це спричиняє суттєве зменшення інтенсивності флуоресценції. Окрім того, можливі процеси гасіння флуоресценції триптофана сусідніми білковими групами у результаті конформаційних змін молекули альбуміну.

Отже, НЧ Феруму, а також цитратів Феруму та Купруму, володіючи великою поверхневою енергією і спричиняючи конформаційні зміни альбуміну, можуть призвести до порушення функціональної активності цього білка у живих організмах.

Література:

1. Балабанов В. И. Нанотехнологии. Наука будущего / В. И. Балабанов. – М. : Эксмо, 2009. – 256 с.
2. Чекман І. С. Наночастинки: властивості та перспективи застосування / І. С. Чекман // Укр.біохімічний журнал. – 2009. – Т. 81, № 1. – С. 122–129.
3. Laurent S. Magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis, stabilization, vectorization, physicochemical characterizations and biological applications / D. Forge, M. Port et al. // Chem. Rev. – 2008. – V. 108. – P. 2064–2110.
4. Трахтенберг І. М. Наночастинки металів, методи отримання, сфери застосування, фізико-хімічні та токсичні властивості / І. М. Трахтенберг, Н. М. Дмитруха // Укр. журнал з проблем медицини праці. – 2013. – № 4(37). – С. 62–74.
5. Dionysiou D. Environmental applications and implications of nanotechnology and nanomaterials / D. Dionysiou // J. Environmental Engineering. – 2004. – V. 130, № 7. – P. 723–724.
6. Каркищенко Н. Н. Нанобезопасность: новые подходы к оценке рисков и токсичности наноматериалов / Н. Н. Каркищенко // Биомедицина. – 2009. – № 1. – С. 5–27.
7. Патент на корисну модель № 29450 Україна, МПК В 01 J 13/00. Спосіб отримання колоїдних металевих наночастинок «Ерозійно-вибухова нанотехнологія отримання колоїдних металевих наночастинок» / Косінов М. В., Каплуненко В. Г. ; опубл. 10.01.2008, бюл. № 1/2008.
8. Паркер С. Фотолюминесценция растворов / С. Паркер. – М. : Мир, 1972 – 510 с.
9. Владимиров Ю. А. О люминесценции ароматических мінокислот в молекуле белка / Ю. А. Владимиров // Докл. АН СССР. – 1961. – Т. 136, № 4. – С. 960–963.
10. Акопджанов А. Г. Применение наночастиц оксида железа в качестве люоресцентних меток / А. Г. Акопджанов, А. В. Бабич, И. В. Быков, В. Ю. Науменко, А. А. Миронова // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2011. – № 9. – С. 28–36.
11. Crane R. A. Nanoscale zero-valent iron: future prospects for an emerging water treatment technology / R. A. Crane // J. Hazard. Mater. – 2012. – V. 211-212. – P. 112–125.
12. Petrova G. P. Molecular clusters in water protein solutions in the presence of heavy metal ions / G. P. Petrova, Yu. M. Petrusevich, A. N. Evseevicheva // Gen. Physiol. Biophys. – 1998. – V. 17. – P. 97–104.

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

УДК 574.63:628.35

ЗАСТОСУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

Баран А.С.

Кіровоградський національний технічний університет
просп. Університетський, 8, 25000, Кропивницький
elas@i.ua

Досліджено вітчизняний та зарубіжний досвід очищення комунальних стічних вод та стічних вод підприємств препаратами ЕМ-Активованій ЕМ-А (Японія) та «ЕМ-Байкал» (Росія). *Ключові слова:* ЕМ-Технологія, Ефективні Мікроорганізми, очистка стічних вод, активація ЕМ-препаратів.

Применение универсальных микробиологических препаратов для очистки сточных вод. Баран А.С. Исследовано отечественный и зарубежный опыт очистки коммунальных сточных вод и сточных вод предприятий препаратами ЭМ-Активированный ЭМ- (Япония) и «ЭМ-Байкал» (Россия). Ключевые слова: ЭМ-технология, Эффективные Микроорганизмы, очистка сточных вод, активация ЭМ-препаратов.

The use of universal microbiological preparations for sewage treatment. Baran A. The domestic and foreign experience of municipal sewage and sewage treatment of enterprises by EM-Activated EMA (Japan) and EM-Baikal (Russia) was investigated. *Keywords:* EM-technology, Effective microorganisms, sewage treatment, activation of EM preparations.

Самоочищення в природі відбувається лише до певної межі. Споконвіку вона була самоочисною і саморегульованою системою. Тому природа могла існувати у замкненому циклі, відновлюючи свої ресурси. Питання утилізації продуктів життєдіяльності організмів ніколи у природі не виникало, оскільки у цьому процесі брало участь усе біорізно-

маніття Землі, маса якого, за висновком академіка Вернадського, з археозою була постійною і не змінювалася: наскільки збільшувалася кількість представників якогось виду, рівно на стільки ж зменшувалася кількість інших видів [1].

Неконтрольоване скидання стічних вод у поверхневі водойми, що збільшує кількість представників

хвороботворних бактерій, патогенів, а пізніше стрімкий розвиток синьо-зелених водоростей, наштовхує на думку, що разом із забрудненням води необхідно заселяти стічну воду мікрофлорою, яка б була корисною для людини і переробляла забруднюючі для людини, а для мікроорганізмів поживні речовини із стічної води у безпечному для природи напрямку.

Тоді постає питання, які організми заселити? Для японців норма – масово виливати в унітаз мікробіологічний препарат ЕМ-Активований (ЕМ-А), який громадянам безкоштовно надає муніципалітет. Ця державна програма дозволила значно поліпшити стан їхніх річок, озер та внутрішнього моря.

З історії виникнення ЕМ відомо, що у 80-х роках минулого століття японський вчений Тєруо Хіга створив дуже складний багатоконпонентний симбіотичний мікроорганічний препарат, назвою «ЕМ-1» (ЕМ скорочено від англ. Effective Microorganisms, що означає Ефективні Мікроорганізми). Він містить 86 регенеративних мікроорганічних культур – лідерів, які при внесенні у ґрунт, воду, травну систему, компост та ін. спрямовують діяльність решти мікробіоти.

Майже тридцятирічний досвід упровадження ЕМ-Тєхнологій в більше 150 різних країнах світу свідчить про те, що ЕМ-Тєхнології є ефективним і відносно недорогим методом поліпшення навколишнього середовища.

Переконливий ефект було отримано при застосуванні ЕМ в системах очищення стічних вод в Японії. Лабораторними дослідженнями було встановлено, що якість води на виході з системи водоочищення, куди

вносився ЕМ – препарат, за своїми показниками була вище якості води в міській системі водопостачання. До теперішнього часу використанням різних методів ЕМ-Тєхнологій, в Японії вдалося значно поліпшити екологічний стан джерел прісної води і розпочати очищення морських прибережних вод.

Найбільш вражаючий ефект отримують від впровадження ЕМ-Тєхнології у штучних екосистемах.

ЕМ-Препарати настільки корисні настільки й безпечні. Для очистки водойм, формування певного образу мислення і популяризації ЕМ-Тєхнології у Японії 8 серпня щорічно проводять на державному рівні день ЕМ-Колобоків. У цей день учні всіх шкіл Японії кидають у місцеві водойми ЕМ-Колобки, які ж самі виготовили. До цієї акції приєдналась Німеччина, Бельгія, Тайланд, Греція. ЕМ-колобки складаються із глини, змішаної із ЕМ-Бокаші (ферментованими висівками), для склеювання замість води додають ЕМ-А. Ліплять щільні колобки, кладуть у темне і тепле місце, очікуючи їх покриття білою пліснявою. При потраплянні на дно водойми колобки поступово вивільняють мікроорганізми і забезпечують тривалий ефект очистки[2].

Але найбільш зацікавила інформація про те, як за допомогою ЕМ воду очищують безпосередньо на очисних спорудах, про що свідчить досвід міста Джеферсон штату Міссурі, США [1] та міста Красноармійськ, Саратовської області, Росія [2].

У Джеферсон ситі японська ЕМ-Тєхнологія дозволила значно скоротити вміст аміаку в воді, що надходить на споруди, із середнього рівня

1244 мг/л до 194 мг/л, а в воді, що витікає із споруд, із 614 мг/л до 214 мг/л при рівні статистичної достовірності 99%[3].

Таблиця 1

Ефективність очистки стічних вод препаратом ЕМ-Байкал (російський аналог ЕМ-1) у м. Красноармейську[4]

Показника	До обробки, мг/л	Післяобробки, мг/л
азот амонійний	5,06	2,22
азот нітритний	0,21	0,033
азот нітратний	0,59	відсутній
хлориди	178,9	164,9
сульфати	131,1	97,7
фосфати	2,28	0,56
залізо	1,14	0,28

В Україні однією із найпоширеніших проблем для міських очисних споруд є перевищення вмісту азоту і фосфору.

Ми провели дослідження очищення комунальних стічних вод м. Кіровограда за допомогою мікробіологічних препаратів.

Мета дослідження: визначити можливість ЕМ-А (Японія) та ЕМ-Байкал (Росія) для очищення комунальних стічних вод, порівняти їхню дію.

Схема досліду передбачає проведення експерименту з триразовим повторенням. Проведено 20 триразових повторюваностей.

Приготування ЕМ-А (згідно рекомендацій виробника): вчистий посуд об'ємом 1000 мл вилили 900 мл теплої (26-30°C) нехлорованої відстояної води додали 50 мл патоки. Старанно перемішали. Додали 50 мл концентрату ЕМ-1. Видалили з ємкості повітря. Щільно закрили кришкою. Активували при температурі 32-38°C доки розчин досяг рН 3,5 протягом 5 днів.

Приготування ЕМ-Байкал (згідно рекомендацій виробника): 10 мл концентрату «Байкал ЕМ-1» розвели в 1 л теплої (26-30°C) нехлорованої відстояної води. Додали в розчин 2 столові ложки поживного середовища: патоку в першому випадку та мед у другому. Питома вага меду та патоки майже однакова. В одній столовій ложці приблизно 45 г поживного середовища. Тобто на цей об'єм ми додали 90 г поживного середовища. Старанно перемішали. Закрили кришкою, так щоб під нею залишилось якомога менше повітря. Активували при температурі 26-30°C доки розчин досяг рН 3,4 та 3,9 відповідно протягом 5 днів.

Хід досліду: у 4 трилітрові ємності набирають 1 л усередненої проби стічної води, відібраної на вході очисних споруд. Додають 1 мл ЕМ-А, ЕМ-Байкал активованих на патоці та ЕМ-Байкалу активованого на меду. Повторюють ще 2 рази. Через 48 годин знімають показники якості ступеню очистки.

Таблиця 2

Усереднені результати дослідження використання мікробіологічних препаратів для очистки комунальних стічних вод м. Кіровоград

Показники (мг/дм ³)	Початкові показники (стічні води)	ЕМ-А та стічні води в концентрації 1:1000	ЕМ-Байкал та стічні води в концентрації 1:1000	ЕМ-Байкал (активованний з медом) та стічні води в концентрації 1:1000	Допустимі величини показників якості води водойм
Азот амонійний	52,23	12,88	35,26	17,68	2,0
Азот нітритний	0,028	0,044	0,028	0,046	3,3
Азот нітратний	1,15	2,65	0,718	2,93	45,0
Фосфати	22,67	21,66	18,02	30,39	3,5
Залізо,	0,848	0,419	0,670	0,463	0,3
Органолептичні показники (запах)	Гострий неприємний	Легкий бродіння	Легкий неприємний	Легкий бродіння	Не регламентований

Температура за якої витримувались проби, коливалась в діапазоні від 15 до 23 °С і вливала на показники, але пропорційно. Із таблиці 2 можна побачити, що жоден мікробіологічний препарат не забезпечує однаково якісну очистку по усіх показниках. Усі препарати допомогли знизити вміст амоній-іонів, в свою чергу зростає вміст нітрат- та нітрит-іонів, що свідчить про активну переробку мікроорганізмами азоту. Незначне зниження фосфору у варіанті з ЕМ-А та його збільшення у варіанті з ЕМ-Байкал активованим додаванням меду можна пояснити відмиранням великої кількості мікроорганізмів, і несприятливими умовами для росту інших. Очистка заліза відбувається за рахунок його осадження і зв'язування.

У процесі експериментів з'ясували, що очищати стічну воду тільки за допомогою мікробіологічних препаратів не можна. Допустимі величини показників якості води водойм наведені в таблиці 2 згідно додатку 2 До «Правил приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України». Виникла ідея щодо застосування мікробіологічних препаратів для очистки стічної води перед скидом у міську каналізацію на підприємствах. Для підтвердження цієї гіпотези проведено ряд досліджень із стічною водою одного із м'ясокомбінатів області та харчового підприємства. Схема досліду та ж, що і у дослідженні комунальних стічних вод (таблиці 3 і 4).

Таблиця 3

Результати дослідження стічних вод м'ясокомбінату

Показники, мг/дм ³	Початкові показники (стічні води)	ЕМ-А та стіч- ні води в кон- центра- ції 1:1000	ЕМ- Байкал та стічні води в концент- рації 1:1000	ЕМ-Байкал (активован- ний з ме- дом) та сті- чні води в концентрації 1:1000	Допустимі концентрації забруднюю- чих речовин у стічних водах, які відводять- ся до міської каналізації
азот амоній- ний	35,42	19,65	97,36	73,41	25,0
азот нітрит- ний	0,442	0,132	0,063	0,090	3,3
азот нітрат- ний	2,05	2,03	1,79	1,49	45,0
фосфати	74,51	75,96	25,17	59,87	5,1
залізо	0,884	0,503	0,696	0,749	1,0
ХПК	1125	458	858	723	470
Органолеп- тичні показ- ники (запах)	інтенсив- ний крові	легкий бродин- ня	легкий рибний	легкий ри- бний	не регламен- товано

Під час оцінки дії мікробіологічних препаратів на стічні води м'ясокомбінату виявилось, що стічна вода, що скидається у міську каналізацію не відповідає допустимим концентраціям, що вказані у додатку 1 до «Правил приймання стічних вод абонентів у комунальні системи каналізації ОКВП “Дніпро-Кіровоград” міст Кіровоград, Знамянка, Світловодськ, Олександрія, селищ Димитрово та Пантаївка». Це азот амонійний, фосфати і ХПК. На підприємстві було накладено штраф.

Після обробки стічної води мікробіологічними препаратами (таблиця 3) видно, що вони допомагають знизити концентрації забруднюючих речовин, але немає препа-

рату, який був би однаково ефективним щодо усіх показників якості. Найкращі результати отримано після використання ЕМ-А (виробник Японія): з фосфатами він не впорався, але забезпечив зниження азоту амонійного та ХПК до рівня нормативних вимог.

Дані таблиці 4 свідчать, що підприємство харчової промисловості мало штраф за скид стічної води із перевищенням нормативних вимог по двом показникам – азот амонійний та ХПК. Препарат ЕМ-1 Активований успішно впорався із перевищенням. Його можна рекомендувати для пониження рівня азоту амонійного та ХПК на підприємствах харчової промисловості.

Таблиця 4

Результати дослідження стічних вод харчового підприємства.

Показники, мг/дм ³	Початкові показники (стічні води)	ЕМ-А та стіч- ні води в кон- центра- ції 1:1000	ЕМ- Байкал та стічні води в концент- рації 1:1000	ЕМ-Байкал (активован- ний з ме- дом) та сті- чні води в концентрації 1:1000	Допустимі концентрації забруднюю- чих речовин у стічних водах, які відводяться до міської каналізації
азот амоній- ний	38,69	20,591	21,024	23,15	25,0
азот нітрит- ний	0,060	0,036	0,042	0,039	3,3
азот нітрат- ний	1,75	1,15	2,65	0,72	45,0
фосфати	7,35	6,24	5,45	6,03	5,1
залізо	0,234	0,098	0,148	0,231	1,0
ХПК	847	390	514	587	470
Органолеп- тичні показ- ники (запах)	легкий фекальний	відсут- ний	відсутній	відсутній	не регламе- нтовано

Застосування мікробіологічних препаратів можна рекомендувати очистці стічної води перед скидом у міську каналізацію на підприємствах.

Висновки

1. Досягти максимальної очистки комунальних стічних вод за допомогою мікробіологічних препаратів ЕМ-А (Японія) та ЕМ-Байкал (Росія) по всіх показниках не вдалося. Рекомендувати їх як самостійний біологічний спосіб очистки не можна.

2. Після обробки стічної води м'ясокомбінату мікробіологічними препаратами найкращі результати отримано після використання ЕМ-А (виробник Японія): з фосфатами він не впорався, але забезпечив зниження азоту амонійного та ХПК до рівня нормативних вимог.

3. Препарат ЕМ-1 Активований можна рекомендувати для пониження рівня азоту амонійного та ХПК на м'ясокомбінатах та підприємствах харчової промисловості.

Література

1. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи екології. – К.: Либідь, 1993. – 304 с.
2. 8. August 2013: International EM-Mudball Day/ Pit Mau.// EMJournal – 2013. – № 42. – 6-9 s.
3. Проект Джефферсон-Сіті [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.emukraine.org.ua/application/eko/dosvid-zastosuvannya-em>
4. Каленюк И.В. Эффективные микроорганизмы на очистке сточных вод. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.biolit.com.ua/library.php?full_id=7656

ДИНАМІКА ПИЛКУ РОДИНИ ЗЛАКОВИХ (РОАСЕАЕ) В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ МІСТА ІВАНО-ФРАНКІВСЬК

Мельниченко Г.М.

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Інститут природничих наук
вул. Галицька, 201, 76008, м. Івано-Франківськ
gducak@mail.ru

Проаналізовано внесок пилку рослин родини Роасеаеу формування аеропаліноспектра урбоекосистеми м. Івано-Франківськ. Досліджено динаміку концентрації пилку злаків в атмосферному повітрі міста. Встановлено позитивний кореляційний зв'язок між вмістом пилку злаків і температурою повітря. *Ключові слова:* пилок, Роасеае, аеропаліноспектр, атмосферне повітря.

Динамика пыльцы семейства злаковых (Poaceae) в атмосферном воздухе города Ивано-Франковск. Мельниченко Г.М. Проанализирован вклад пыльцы растений семейства Poaceae в формирование аеропалинологического спектра урбоэкосистемы г. Ивано-Франковск. Исследована динамика концентрации пыльцы злаков в атмосферном воздухе города. Установлена положительная корреляционная связь между содержанием пыльцы злаков и температурой воздуха. *Ключевые слова:* пыльца, Роасеае, аеропалинологический спектр, атмосферный воздух.

Pollen dynamics of the family cereals (Poaceae) in the Ivano-Frankivsk atmosphere air. Melnichenko G. The contribution of pollen of the family Poaceae in the aeropalinospectrum formation of the Ivano-Frankivsk urboecosystem has been analyzed. The dynamics of the pollen concentration in the air of the city has been investigated. A positive correlation between the content of pollen grains and air temperature has been determined. *Keywords:* pollen, Poaceae, airborne pollen spectrum, atmosphere air.

В атмосферному повітрі постійно циркулює велика кількість частинок біологічного походження, серед яких найчисленнішими є пилкові зерна анемофільних рослин [1]. Пилок вітрозапильних рослин як один із основних інгредієнтів біозабруднення атмосфери створює додаткове навантаження на екосистеми та є потужним екзоалергеном [2, 3]. У наукових публікаціях описано близько 100 тисяч видів пилкових алергенів [4]. Щороку кількість сенсibili-

зованих до пилку людей зростає. За прогнозами ВООЗ, до 2020 року майже 100% жителів 20 найбільших міст світу будуть уражені сезонною алергією.

Вагомою причиною масового виникнення полінозів є зростання антропогенного навантаження на довкілля, яке здатне підсилювати природні алергенні властивості пилку [5, 6]. Техногенне забруднення навколишнього середовища подовжує терміни палінації рослин та змінює анти-

генну структуру пилкових зерен, що призводить до підвищення їх сенсibiliзуючих властивостей [2, 7, 8, 9, 10]. Тому, визначення місцевого аеропаліносспектра та складання календаря пилення анемофільних рослин має не тільки загально-теоретичне значення для науковців-біологів й екологів, але й прикладне для лікарів-алергологів та їх пацієнтів при визначенні етіологічного чинника у виникненні полінозу. Пилкові зерна представників родини *Poaceae* (тимofiївка лугова, грястиця збірна, лисохвіст луговий, пирій повзучий та ін.) відомі своїми алергенними властивостями, отже визначення їхньої частки в пилковому опаді та оцінка динаміки концентрації в атмосферному повітрі міста є актуальною проблемою.

Методи та матеріали

Аеропалінологічний моніторинг проводили в урбоєкосистемі м. Івано-Франківськ гравіметричним методом за допомогою пиловловлювача Дюрама (рис.1). Конструкцію для вловлення пилку встановили на даху Інституту природничих наук на висоті 24 м від поверхні землі. Гравіметричний пиловловлювач являє собою два горизонтальні диски з органічного скла діаметром 22,5 см. Верхній диск утримується над нижнім за допомогою алюмінієвих стійок на відстані 10,5 см.

Верхній диск служить захистом від атмосферних опадів. Пилкові зерна пасивно осідали на змащене гліцерином предметне скельце для мікроскопічних препаратів з полем для запису, розміщене на нижньому диску, де зазначали дату заміни пре-

парату. Предметні скельця змінювали щодоби. Для виготовлення постійних препаратів використовували гліцерин-желатинову суміш із барвником сафраніном [1]. Підрахунок пилкових зерен проводили за допомогою світлового мікроскопа OlympusCX-300 (збільшення $\times 400$) неперервними вертикальними трансектами. Ідентифікацію пилку здійснювали з використанням визначників та еталонних препаратів [1, 11, 12, 13].

Пилкові зерна представників родини *Poaceae* характеризуються спільними морфологічними особливостями. Розміри пилку варіюють від 25 до 70 мкм залежно від виду. За формою вони сфероїдальні або злегка видовжені. В обрисі пилкові зерна округлі, овальні, еліптичні, широко-овальні, широко-еліптичні. Пилкок однопоровий, пори округлі, зрідка овальні, ободкові, припідняті над поверхнею пилкового зерна. Екзина двошарова, тонка. Поверхня екзини має слабо виражену сітчасту або зернисту структуру [1]. (рис. 2). Дані щодо кількості пилкових зерен на 1 см² предметного скельця трансформували в кількість пилкових зерен в 1 м³ повітря (п.з/м³)[14]. Тривалість палінаційного періоду визначали методом «95%», згідно якого сезон палінації рослини починається того дня, коли кількість її пилку в повітрі становить 2,5% від загальної суми зібраних упродовж року пилкових зерен. Закінченням сезону вважали день, коли кількість зібраного за сезон пилку сягає 97,5% [15]. Дані метеорологічних показників (температура повітря, відносна вологість та напрям вітру) отримані з інтернет-сайту архіву погоди [16]



Рис. 1. Пилковловлювач Дюрама



Рис. 2. Морфологія пилку Roaseae

Результати дослідження

Результати дослідження показали наявність двох хвиль палинації: весняна, яка характеризується пиленням дерев та літньо-осіння, яка розпочинається пиленням злаків, а завершується пиленням бур'янів. Інтенсивнішою є весняна хвиля, тому в аеропаліноспектрі міста переважають пилкові зерна деревних видів із часткою 67%. Внесок пилку трав у пилковий опад становив 33% (рис. 3). Таке співвідношення відповідає фізико-географічним та кліматичним особливостям нашого регіону на відміну від південних та східних міст України (Запоріжжя, Дніпропетровськ, Одеса, Донецьк, Сімферополь), де основним компонентом аеропалінологічного спектру є пилкові зерна трав з домінуванням алергенного пилку амброзії [3, 17].

У пилковому опаді міста Івано-Франківськ серед трав'яних видів переважають пилкові зерна злаків. Внесок представників родини

Roaseae якісний склад річного пилкового опад становив 16,9% (рис. 4). Цьогоріч упродовж сезону ідентифіковано 14841 пилкове зерно, що майже вдвічі більше порівняно з попереднім роком (8456 п.з.).

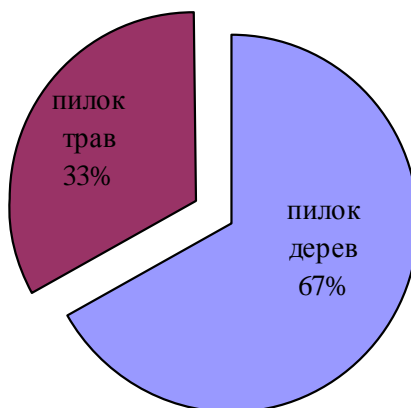


Рис. 3. Співвідношення пилку дерев і трав в аеропаліноспектрі міста Івано-Франківська

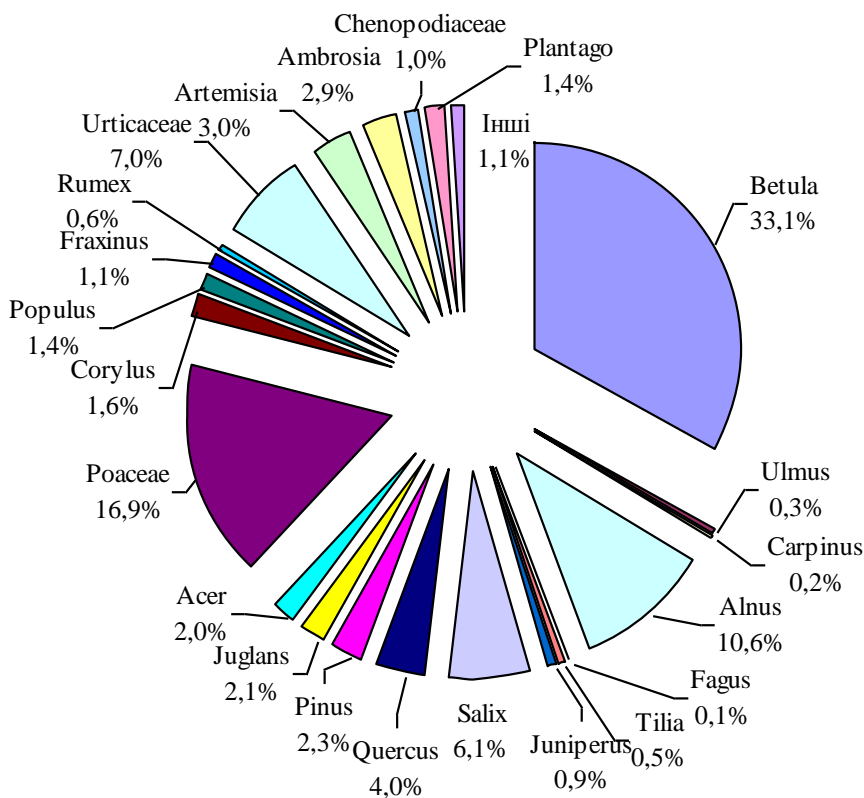


Рис. 4. Аеропаліноспектр міста Івано-Франківська

Перші пилкові зерна *Poaceae* в атмосферному повітрі міста, як і минулого року, з'явилися наприкінці квітня (рис. 5), коли середньодобова температура становила $+13...+15^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря коливалася від 51,6% до 79%, переважав східний та південно-східний напрям вітру [16]. Низький вміст пилку спостерігали до кінця другої декади травня ($1-9 \text{ п.з./м}^3$), що пов'язано із немасовим цвітінням представників даного таксону.

За Європейською шкалою ранжування концентрації пилкових зерен здійснюється залежно від таксону,

пилкок представників родини *Poaceae* належить до другої групи алергенів. За цією класифікацією концентрація пилку $1-25 \text{ п.з./м}^3$ вважається низькою, $26-50$ – помірною, > 50 – високою [18]. Високу концентрацію пилку ($52-180 \text{ п.з./м}^3$) спостерігали з 22.05 до 29.05 за умов підвищення температури до $+18^{\circ}\text{C}$ та незмінної відносної вологості [16].

Різкий спад кількості пилкових зерен в атмосферному повітрі (30-31.04, 01.05) констатовано при зниженні температури до $+10...+12^{\circ}\text{C}$, підвищенні відносної вологості до 92...95% та атмосферних опадах.

Упродовж першої декади червня вміст пилку був високим (50-240 п.з./м³), температура повітря зросла до +22°C, а відносна вологість коливалася в межах 64...85%. Наступне зниження концентрації пилку (14.06-27.06) також виявлено за умов зниження температури (+14...+16°C), проте відносна вологість повітря була майже незмінною. Максимальну концентрацію пилоквічних зерен *Poaeseae* зафіксовано 28.06 (285 п.з./м³) за температури повітря +16°C та відносній вологості 64% [16]. До середини липня кількість пилку коливалася в діапазоні 31-140 п.з./м³. З 14.07 вміст пилку поступово знижувався. Впро-

довж серпня фіксували незначні концентрації пилку (1-6 п.з./м³) в атмосферному повітрі міста. Поодинокі пилоквічні зерна спостерігали на препаратах до 20.09.

Тривалість палінації представників родини *Poaeseae* в урбоєкосистемі Івано-Франківська розрахована методом «95%» і становила 69 днів; початок пилення – 21.05, кінець – 28.07. Концентрація пилоквічних зерен у повітрі достовірно позитивно корелювала з температурою атмосферного повітря ($r_{t^{\circ}C}=0,6846$), а між кількістю пилку у повітрі та відносною вологістю був низький негативний кореляційний зв'язок ($r_{hum\%} = -0,1575$).

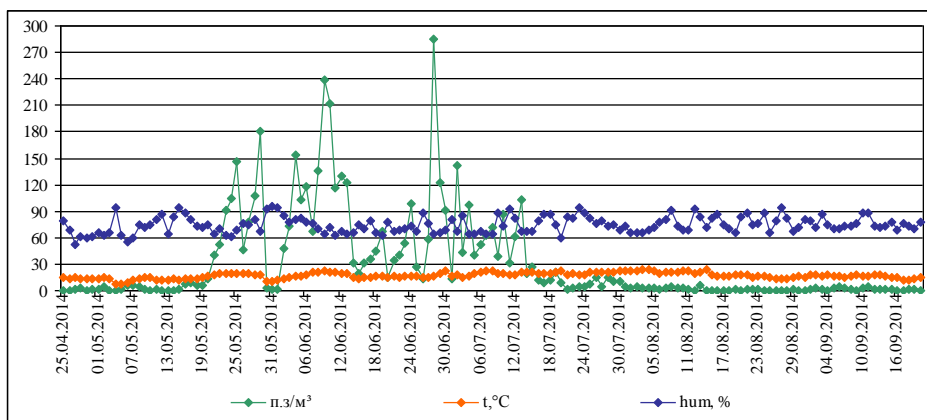


Рис. 5. Динаміка концентрації пилоквічних зерен представників родини *Poaeseae* в атмосферному повітрі урбоєкосистеми м. Івано-Франківськ

Висновки

Основним компонентом пилоквічного опадів літньо-осінньої хвилі палінації є пилоквічні зерна представників родини *Poaeseae*, частка яких в аеропаліноспектрі міста становить 16,9%. Високі концентрації пилку (>50 п.з./м³) мали місце з другої декади травня до середини липня,

за винятком днів із підвищеною вологістю повітря та атмосферними опадами. Встановлено наявність позитивного кореляційного зв'язку між вмістом у повітрі пилоквічних зерензлаків і температурою повітря. Різкі зниження концентрації пилку відмічені після інтенсивних атмосферних опадів. Пилок злакових

характеризується високим алергеним потенціалом і створює загрозу виникнення полінозів в уразливих груп населення, тому необхідно моніторити аероалергенну ситуацію

в місті та здійснювати аеропалінологічне прогнозування з урахуванням метеорологічних факторів та закономірностей пилення представників цього таксону.

Література

1. Мейер-Меликян Н.Р. Принципы и методы аэропаллинологических исследований / Н.Р. Мейер-Меликян, Е.Э. Северова, Г.П. Гапочка и др. – Москва, 1999. – 48 с.
2. Савицкий В.Д. Экология и распространение пыльцы аллергенных растений в Украине / В.Д. Савицкий, Е.В. Савицкая // Астма та алергія. – 2002. – №2. – С. 17–20.
3. Приходько О.Б. Анемофильна дендрофлора Запоріжжя як продуцент аероалергенів / О.Б. Приходько // Вісник Запорізького національного університету. – 2009. – №1. – С. 20–24.
4. Пухлик Б. М. Алергологія / Б. М. Пухлик. – Вінниця, 2004. – 240 с.
5. Кобзарь В.Н. Структурная изменчивость пыльцы под действием антропогенных загрязнителей / В.Н. Кобзарь, Н.Р. Мейер, Э.П. Харитонова // Международный симпозиум по аэрозолям 21-25 марта 1994 г. – 1994. – Т. 2. – С. 66-70.
6. Devalia J.L. Allergen/irritant interaction – its role in sensitization and allergic disease / J.L. Devalia, C. Rusznak, R.J. Davies // Allergy. – 1998. – Vol. 53. – P. 335–345.
7. Бессонова В.П. Цитофизиологические аспекты воздействия тяжелых металлов на рост и развитие растений / В.П. Бессонова. – Запорожье: Павел, 1999. – 208 с.
8. Елькина Н.А. Состав и динамика пыльцевого спектра воздушной среды г. Петрозаводска: автореф. дисс. на соискание степени канд. мед.наук: спец. 03.00.16 «Экология» / Н.А. Елькина. – Петрозаводск, 2008. – 212 с.
9. Савицкий В.Д. Небезпечні іммігранти. Вплив біополутантів зони відчуження ЧАЕС на екологічну ситуацію за її межами / В.Д. Савицький // Вісн. НАН України. – 2005. – № 10. – С. 9–15.
10. Celenk S. Aerobiological investigation in Bitlis, Turkey / S. Celenk, A. Bicakci // Annals of Agricultural and Environmental Medicine. – 2005. – № 12. – P. 87–93.
11. Куприянова Л. А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР / Л. А. Куприянова, Л. А. Алешина. – Л. : Наука, 1972. – Т. 1. – 171 с.
12. Куприянова Л. А. Пыльца двудольных растений флоры Европейской части СССР / Л. А. Куприянова, Л. А. Алешина. – Л. : Наука, 1978. – Т. 2. – 184 с.
13. Сладков А. Н. Введение в споро-пыльцевой анализ / А. Н. Сладков. – М.: Наука, 1967. – 268 с.
14. Bassett I.J. An Atlas of Airborne Pollen Grains and Common Fungus Spores of Canada / I.J. Bassett, C.W. Crompton, J.A. Parmele. – Ottawa, 1978. – 322 p.
15. EAN. European Pollen Information (2012). Retrieved from URL: <https://ean.polleninfo.eu/Ean/en/home>.
16. Архів погодив Івано-Франківську (аеропорт) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tp5.kz>.
17. Родінкова В.В. Основний аеропалінологічний спектр міст Центральної, Південної та Східної України / В.В. Родінкова // Досягнення біології та медицини. – 2013. – Т. 22, №2. – С. 11–15.
18. Frenz D.A. Making Sense of the Numbers: What to do with a pollen count Once you have one / D.A. Frenz // A The Pollen Monitor: Newsletter of Multidata. – 1995. – Vol. 1, № 11. – P. 3.

ВПЛИВ ПРОМИСЛОВОСТІ НА МОЗКОВИЙ КРОВООБІГ У ОСІБ ЧОЛОВІЧОЇ СТАТІ

Пшибельський В.В.

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки
вул. Потапова,9, 43000, м. Луцьк
ukr_vo11@ukr.net

Вивчено особливості мозкового кровообігу у осіб чоловічої статі, які працюють у промисловому виробництві, та осіб, які проживають у відносно екологічно чистих зонах. Виявлено відміни у значеннях церебрального кровообігу між двома групами досліджуваними. У групі осіб, зайнятих у промисловому виробництві, відзначено нижчі значення періоду пульсового кровонаповнення, повільного кровонаповнення та діастолічного індексу. У цих осіб відмічено помірну асиметрію кровонаповнення та значне ускладнення венозного відтоку з обох сторін досліджуваної ділянки. У осіб екологічно чистих зон значення показників у межах норми. *Ключові слова:* промисловість, мозковий кровообіг, екологічно чиста зона, реоенцефалографія.

Влияние промышленности на мозговое кровообращение у лиц мужского пола. Пшибельський В.В. Проанализированы и изучены особенности мозгового кровообращения у лиц мужского пола, занятых в промышленном производстве и лиц, проживающих в относительно экологически чистых зонах. Выведено статистически отличные значения мозгового кровообращения между двумя группами испытуемых. В группе лиц, занятых в промышленном производстве отмечено статистически ниже значения периода пульсового кровенаполнения, периода медленного кровенаполнения и диастолического индекса. Также у этих лиц отмечено умеренное асимметрию кровенаполнения и значительное затруднение венозного оттока с обеих сторон исследуемого участка. В группе лиц экологически чистых зон значения показателей находится в пределах нормы. Наблюдается незначительное снижение тонуса сосудов распределения, не является патологическим. *Ключевые слова:* промышленность, мозговое кровообращение, экологически чистая зона, реоэнцефалография.

The impact of industry on cerebral blood flow in males. Pshybelskyy V. Analyzed and studied the features of cerebral blood flow in males who are engaged in industrial production and persons living in a relatively ecologically clean areas. A statistically different values of cerebral blood flow between the two groups studied. In the group of persons employed in industrial production observed statistically lower values of pulse blood filling period, a period of slow and diastolic blood filling index. Also in these individuals observed moderate asymmetry blood supply and venous drainage trouble impressive on both sides of the investigated area. In the group of persons ecologically clean areas mentioned indicators are within normal limits. There is a slight decrease in vascular tone distribution, which is not abnormal. *Keywords:* industry, cerebral blood flow, ecologically clean area, rheoencephalography.

Судинні захворювання головного мозку залишаються однією з важливих проблем світової медицини у зв'язку з їх поширенням, високою смертністю, інвалідністю, значними

затратами на лікування хворих та профілактику [4].

Вивчення особливостей мозкової гемодинаміки у робітників, які зайняті в промисловому виробництві

зумовлене тим, що при роботі в цехах великих підприємств до численних професійних шкідливих чинників приєднуються мікроклімат, тривале статичне навантаження, сукупність різних токсичних речовин на одному робочому місці, підвищена чи низька температура за відносної вологості [3]. Тривала напруга компенсаторних механізмів у сполученні з інтенсивним фізичним навантаженням швидко приводять до порушення адаптації, розвитку патологічних змін у центральній нервовій системі, серцево-судинній, дихальній та інших системах організму. Негативний вплив промисловості на працюючих потребує діагностики і дослідження за методом реоенцефалографії [1, 7].

Реоенцефалографія – це неінвазивний метод дослідження судинної системи головного мозку, який дозволяє одержувати об'єктивну інформацію щодо тону, еластичності стінки і реактивності судин мозку, периферичний судинний опір, величину пульсового кровонаповнення. При аналізі реограм враховують її форму, використовують цифрові параметри, які дозволяють об'єктивно оцінювати стан судин. При цьому до уваги беруть особливості реоенцефалограми, які залежать від віку досліджуваних. При дослідженнях використовують спеціальні функціональні проби, які дають можливість розрізнити функціональні та органічні зміни [5]. Найбільш часто використовують пробу з нітроглицерином, повороту голови, зміни положення тіла. А перевагами даного методу є його відносна простота, можливість проведення дослідження в практично будь-яких умовах і під час тривалого

часу, отриманні роздільної інформації про стан артеріальної та венозної систем мозку та внутрішньомозкових судинах різноманітного діаметру. Все вище сказане і обумовлює актуальність нашого наукового дослідження.

Мета дослідження – вивчити вплив промислового фактору на особливості мозкового кровообігу у осіб чоловічої статі. Відповідно до мети були поставлені наступні завдання:

- записати реоенцефалограму у осіб чоловічої статі, які зайняті у промисловому виробництві та осіб, які проживають у екологічно чистих зонах;
- проаналізувати основні показники церебрального кровотоку у двох групах досліджуваних;
- зробити порівняльний аналіз показників реоенцефалограми у обстежуваних промислового та екологічно чисто району.

Матеріали та методи

Дослідження проводилося у лабораторії Екологічної фізіології кафедри фізіології людини і тварин Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки за допомогою апаратного комплексу для дослідження дітей та дорослих «Аскольд». Для визначення особливостей мозкового кровотоку ми використовували методіку реоенцефалографії.

Для запису реоенцефалограми використовували реограф, який мав 4 канали, реєстрували її шляхом накладання електродів на поверхню голови. Для цього використовували круглі металічні електроди, діаметром 10-20 мм, закріплювали за допомогою резинових стрічок. В місцях

накладання електродів шкіру протирали спиртом, а для кращого контакту з шкірою та зменшення її опору використовували спеціальний гель та марлеві прокладки.

Відведення, що відображає інформацію про басейн внутрішньої сонної артерії – основна магістральна судина голови, що забезпечує кров'ю великі півкулі головного мозку, називається лобно-сосцевидним або фронтомастоїдальним (F-M). При цьому один електрод прикріплювали в ділянці переносиці ближче до лоба, другий – на сосцевидний відросток, уважно слідували за симетричністю накладання електродів, оскільки запис здійснювався з двох півкуль. Прижимні електроди накладали на верхні та нижні кінцівки в області променево-зап'ясткового та гомілково-стопного суглобів для запису синхронної електрокардіограми. Запис проводили в ізольованій кімнаті, у положенні лежачи при максимальному розслабленні. Дані про досліджуваного вносили в базу даних і здійснювали реєстрацію, після чого на екрані з'являлася крива і заключення реоенцефалографії.

Контингент досліджуваних складала особи чоловічої статі, віком 21-25 років, які зайняті в промисловому виробництві та особи-мешканці відносно екологічно чистих зон. Згідно їх місця знаходження та впливу промисловості вони були поділені на дві групи: I група – це особи, які зайняті в промисловому виробництві та II група – особи екологічно чистих зон. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою методів описової статистики з використанням критерію t-Стюдента.

Результати та їх дослідження

Останнім часом у зв'язку з розширенням діагностичних можливостей і збільшенням точності одержуваних даних знову зріс інтерес до традиційного імпедансного методу діагностики судинної патології мозку – реоенцефалографії (РЕГ). Однак відсутність уніфікованого підходу до інтерпретації одержуваних даних вимагає створення єдиної системи опису реоенцефалограми і формулювання висновків. Тому ми використали принципи аналізу, розроблені М. А. Ронкін, Х. Х. Ярулліна, Ю. Т. Пушкарем і Л. Б. Івановим [5, 10].

Отримані результати показали відмінність у особливостях мозкового кровотоку у досліджуваних осіб. Було відмічено статистичну відмінність значень основних показників реоенцефалограми між обстежуваними, які зайняті у промисловому виробництві і осіб екологічно чистих зон.

Період пульсового кровонаповнення – це показник, що характеризує об'ємне пульсове кровонаповнення, що є інтегральним показником і відбиває сумарне кровонаповнення досліджуваної ділянки біологічного об'єкта в систолу, визначається за величиною амплітудного показника реограми [6, 9]. Залежно від величини об'ємного пульсового кровонаповнення, даний показник може бути в межах норми, зниженим або підвищеним. Зниження об'ємного пульсового кровонаповнення поділяється на кілька ступенів: помірний, якщо значення менше норми не більше 40%; значний, якщо менше норми на 40-60%; різко

виражений, якщо менше норми на 60-90%; і критичний, коли амплітуда реоенцефалограми межує з технічними можливостями реографа [10].

Як видно з рисунка 1, значення періоду пульсового кровонаповнення статистично вищі у групі осіб промислової зайнятості, порівняно з особами екологічно чистими зонами. Це вказує на те, що об'ємний кровотік у першій групі досліджуваних є дещо зниженими, але не патологічними. Про те слід зауважити, що зниження значення даного показника, більше як на 60-90 % призводить до патологічного стану, та вкрай негативних наслідків.

Наступним етапом у нас проводилася оцінка коефіцієнта асиметрії (КА). Це дуже важливий показник, за яким можна визначити різницю кровонаповнення як усередині досліджуваного

басейну, так і міжпівкулями. Залежно від величини коефіцієнта асиметрії розрізняють кілька ступенів асиметрії кровонаповнення, якщо коефіцієнт дорівнює 7 % і менше, то суттєвої асиметрії кровонаповнення немає, при значенні коефіцієнта асиметрії від 8 до 14 % асиметрію кровонаповнення характеризують, як невелику. Якщо коефіцієнт асиметрії від 15 до 25 %, то це свідчить про наявність помірної асиметрії кровонаповнення, при коефіцієнтові рівному 26 % і більше – він розцінюється як значний [4, 7]. Наші отримані дані показали невелику асиметрію кровонаповнення у середині досліджуваного басейну, значення його коливалося у межах 8-14 %. Перша група досліджуваних відзначилася значенням 12 %, а друга група 15 %.

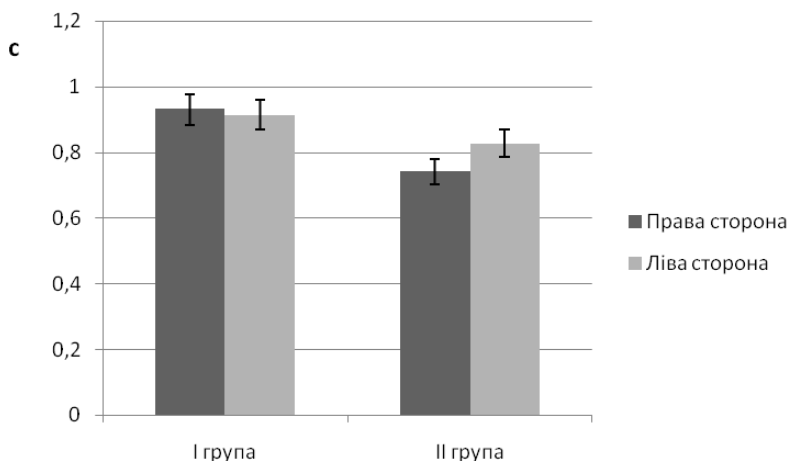


Рис. 1. Період пульсового кровонаповнення (с) у досліджуваних осіб

Не менш важливим та інформативним є оцінка тону магістральних артерій (артерій розподілу), яка здійснюється за швидкісними показни-

ками. Таким показником, зокрема, є максимальна швидкість періоду швидкого наповнення, що визначається за допомогою диференціальної реогра-

ми. Залежно від величини періоду швидкого наповнення розрізняють наступні стани тонуусу артерій розподілу: в межах норми, підвищений, якщо значення нижче норми, знижений, якщо значення вище норми [3, 5].

Якщо період пульсового кровонаповнення знаходиться на нижній межі норми, то відзначають наявність тенденції до підвищення тонуусу артерій розподілу, а якщо на верхній межі норми то є тенденція до зниження тонуусу. При зниженні даного показника більше 50 % від норми констатується гіпертонус, а при підвищенні більше 50 % – гіпотонус [2, 10].

Аналіз наших досліджень показав статистично значиму відмінність значень даного показника. Група осіб, які зайняті у промисловому виробництві характеризувалися статистичним зниженням періоду пульсового коливання, порівняно з групою осіб, екологічно чистих зон (рис. 2). Це свідчить про підвищення тонуусу артерій розподілу, тобто спостерігається явище гіпертонусу.

Аналіз церебрального кровотоку оцінювався також за показниками, що характеризують тонуус артерій середнього і дрібного калібру (артерій опору). Оцінюється даний показник, як і тонуус артерій розподілу за швидкісними показниками. А саме по швидкості періоду повільного кровонаповнення. Залежно від вели-

чиницького показника оцінку його виробляють за алгоритмом визначення тонуусу артерій розподілу [8]. Наші отримані дані свідчать про тенденцію до зниження значень періоду повільного кровонаповнення у першій групі осіб – $0,090 \pm 0,13$ та $0,121 \pm 0,02$ у другій групі обстежуваних. Ці значення зафіксовані у правій стороні кровонаповнення басейну та у лівій стороні було відмічені наступні значення – $0,089 \pm 0,12$ у першій групі обстежуваних та $0,124 \pm 0,02$ у другій групі.

Реоенцефалограма також дозволяє побічно судити про стан венозного відтоку. При цьому використовується діастолічний індекс, оскільки в даний час доведено генез діастолічної хвилі (сума ція хвиль відображення).

Якщо даний показник знаходиться в межах норми, то зазначається, що венозний відтік не ускладнений, а якщо ж менше норми, то венозний відтік утруднений по дефіцитному типу. При значенні цього показника вище норми, наголошується утруднення венозного відтоку (невелике при значенні в межах $0,70-0,80$, значне, якщо більше $0,80$) [5].

Значення даного показника у нашому дослідженні відзначалося статистично вищими значеннями даного показника у першій групі, і це призводить до утрудненого венозного відтоку, причому з обох досліджуваних сторін (рис. 3).

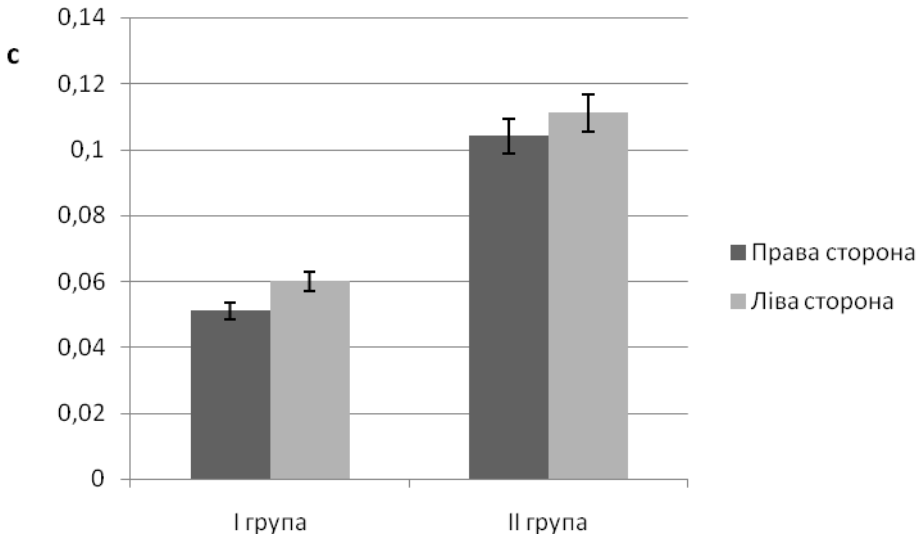


Рис. 2. Період повільного кровонаповнення (с) у досліджуваних осіб

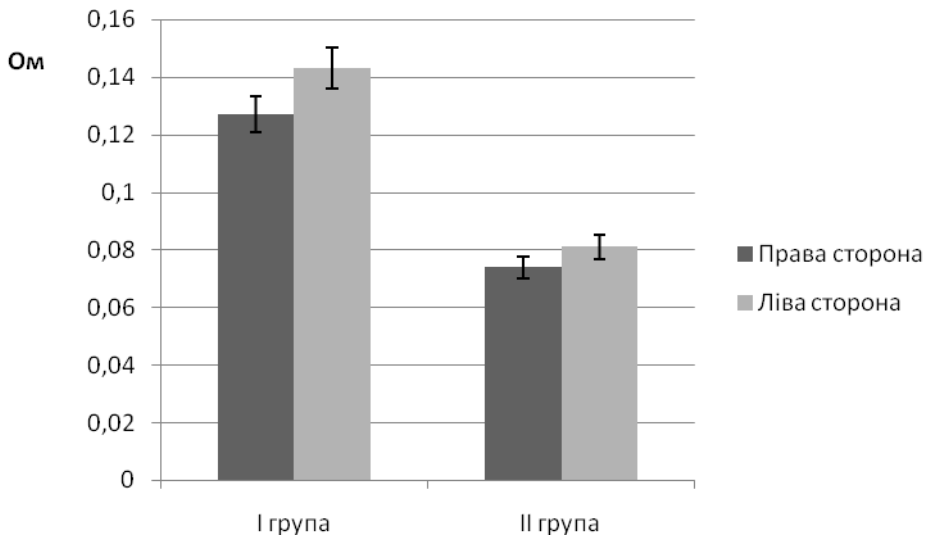


Рис. 3. Діастолічний індекс (Om) у досліджуваних осіб

Отримавши дані ми прийшли до висновку, що перша група осіб, які зайняті в промисловому виробництві характеризуються зниженим об'ємним кровотоком, зниженим ударним об'ємом крові, тонуc стінок судин середнього калібру підвищений, а дрібного калібру знижений. Відмічені статистично значимі забруднення венозного відтоку з обох сторін досліджуваної ділянки. Також слід зазначити зниження периферичного опору, що ускладнює висхідного процесу кровообігу до досліджуваної ділянки.

Оскільки організм людини піддається дії різним негативним промисловим чинникам, то внаслідок цього порушуються функціональні можливості організму і як наслідок зниження працездатності та виникнення різного роду професійних хвороб, вкрай з негативними наслідками.

Висновки. У групі осіб, які зайняті в промисловому виробництві

були відмічені статистично нижчі значення періоду пульсового кровонаповнення, періоду повільного кровонаповнення та діастолічного індексу. Це вказує на те, що об'ємний церебральний кровотік значно знижений, тонуc артерій розподілу підвищений, а тонуc артерій опору знижений. У групі осіб, які зайняті у промисловості відмічено помірну асиметрію кровонаповнення та значне затруднення венозного відтоку з обох сторін досліджуваної ділянки. Це вказує на недостатність кровообігу по магістральному типу та відносно нестійкий судинний тонуc на рівні артерій опору, а реактивність судин є незадовільною. У групі осіб екологічно чистих зон значення показників є в межах норми. Спостерігається незначне зниження тонуcу судин розподілу, що не є вагомим. Це вказує на стійкий судинний тонуc, адекватну реактивність та задовільний стан мозкового кровонаповнення.

Література

1. Архіпова Г. І. Вплив летких органічних сполук лакофарбних матеріалів на організм працівників промислових підприємств / Г. І. Архіпова, А. О. Падун, К. Т. Погосова // Вісник НАУ, 2010. – № 1. – С. 127-132.
2. Бахтояров П. Д. Початкові порушення кровопостачання головного мозку у робітників великого промислового підприємства Донбасу, їх корекція методами магнітотерапії і рефлексотерапії // Автор. дисерт. на здобуття канд. мед. наук. – Київ, 2003. – 25 с.
3. Кузнецов, А.А. О естественной нормализации диаграммы ритма сердца / А.А. Кузнецов, С.А. Пермяков // Труды Нижегородского государственного медицинского университета им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород. – 2012. – Т. 78, №4 (97). – С. 363-368.
4. Лобойко О. І. Клініко-патологічна характеристика співвідношень церебральний та серцево-судинних порушень у віддалений період закритих черепно-мозкових травм // Автор. дисерт. на здобуття канд. мед. наук. – Харків, 2000. – 25 с.
5. Ронкин М. А., Иванов Л. Б. Реография в клинической практике. М., 1997. – 40 с.
6. Севальнев А. І. Професійна захворюваність на підприємствах чорної металургії / А. І. Севальнев, Л. П. Шаравара // Медицина сьогодні і завтра, 2013. – № 3 (60). – С. 160-163.
7. Слободинський А. П. Вплив промислових аерозолів на динаміку пневмоконіозу в Україні / А. П. Слободинський, І. В. Васильківський, В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк // Міжнародна науково-практична конференція «Наука. Молодь. Екологія» в рамках І Всеукраїнського молодіжного з'їзду екологів з міжнародною участю, 2014. – С. 194-198.

8. Тайцлин В. И., Лобойко О. И. Кожно-сосудистая реакция на никотиновую кислоту больных с последствиями черепно-мозговых травм. // Український вісник психоневрології. – Том 7. – Вип. №1 (19). –Харків. – 1999. – С. 103-104.
9. Ширококов А. В., Яскін Е. Г., Трифонова Т. А. и др. Исследование интегральных показателей сердечнососудистой деятельности в зависимости от антропогенных и климатических факторов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15. – № 3 (6). – С. 2008-2011.
10. Яруллин Х. Х. Клиническая реоэнцефалография. М.: Медицина, 1983. – 271 с.

БІБЛІОГРАФІЯ

Помогайбо В.М., Карапузова Н.Д. Основи природознавства. – К.: Альма-матер. – 2014. – 368 с.

Життєвим середовищем людини є навколишній світ, визначальний принцип існування якого – цілісність, що забезпечується єдністю, нерозривними взаємозв'язками та взаємозалежностями всіх його складників, явищ, умов і впливів. У пропонованому підручнику розкрито сутність, закони та закономірності фізичних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних і географічних систем, що дає змогу сформулювати у свідомості читача науково-природничу картину світу.

Адресований студентам вищих навчальних закладів, прислужиться педагогам, усім, хто цікавиться природознавством.

Пахомов А.Є. Екологія. – Харків: Фоліо. – 2014. – 666 с.

У підручнику розглядаються основні етапи становлення екології як науки, простежено закономірності утворення екологічних систем, охарактеризовано взаємини живих організмів із середовищем їх існування, визначено фундаментальні екологічні питання. Біосферу в цілому представлено як єдине, цілісне утворення, яке перебуває під інтенсивним впливом людини. Викладено сучасні уявлення про механізми та наслідки деградації екологічних систем, накреслено шляхи збереження біологічного та ландшафтного різноманіття окремих екосистем та біосфери в цілому.

Денисов В.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие. – Одесса: Феникс. – 2015. – 382 с.

В учебном комплексе (книга и электронное приложение) изложены история, современное состояние и перспективы развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ): солнечной, геотермальной, ветровой, волновой, водородной, энергии приливов и отливов. Большое внимание уделено извлечению низкопотенциальной энергии из объектов окружающей среды, а также биологических отходов (биоэнергетика). На основе опыта, накопленного в разных странах, рассмотрены стоящие перед Россией проблемы по крупномасштабному внедрению НВИЭ, поиску путей оптимального сочетания их с традиционными источниками энергии. Рассмотрены актуальные для нашей страны вопросы энергосбережения и энергоэффективности, показана в развитии роль НВИЭ в экологически ориентированной модернизации экономики.

Авторы приводят актуальную терминологию, раскрывают научные понятия, дают химические формулы, экономическую статистику. Таким образом, издание содержит все необходимое для усвоения физико-химических основ нетрадиционной энергетики и ее социально-экономического смысла.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по энергетическим, экологическим, техническим, экономическим направлениям (бакалавриат, магистратура), преподавателей и всех интересующихся проблемой устойчивого развития человечества.

Григоренко А.А. Охорона навколишнього природного середовища. Екологічна безпека. Законодавство, методики, рекомендації. – К.: 2015. – 288 с.

Посібник розрахований на державних інспекторів України з охорони навколишнього природного середовища, суддів, адвокатів, суб'єктів підприємницької діяльності та студентів вищих навчальних закладів, які готують фахівців в галузі права.

Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин. – Суми: Університетська книга. – 2015. – 272 с.

У підручнику висвітлено сучасні наукові дані про фізіологічні процеси, що становлять основу життєдіяльності рослин.

Розглянуто реагування зелених рослин на довкілля й способи їхньої адаптації до несприятливих умов, викликаних як абіотичними, так і біотичними чинниками, а також ключові аспекти інтеграції фізіологічних процесів у рослинному організмі.

Для студентів напряму підготовки «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», а також для студентів аграрних і педагогічних вищих навчальних закладів, які вивчають дисципліни «Фізіологія рослин» та «Екологічна фізіологія рослин».

Екологічні проблеми: уроки минулого і сучасність : реком. бібліогр. покажчик / уклад. Михайлова А. С. ; Упр. культури облдержадміністрації ; Обл. б-ка для юнацтва ім. Б. Лавреньова. – Херсон : [Б. в.], 2015. – 12 с.

Газетно-журнальні публікації, включені до рекомендаційного бібліографічного покажчика «Екологічні проблеми: уроки минулого і сучасність», згруповані в тематичних розділах з питань глобальної екології, раціонального природокористування, екологічної безпеки людини та антропогенного впливу на довкілля.

Пропонуються також статті з проблем збереження водних ресурсів та живої природи, розвитку природно-заповідного фонду. Окремий розділ представляє матеріали про екологічні проблеми та природу Херсонщини. На допомогу екологічному вихованню школярів посібник рекомендує розробки виховних заходів.

Видання адресоване широкому колу читачів – всім, хто навчається, навчає або просто цікавиться сучасним станом навколишнього середовища – учням, студентам, викладачам, бібліотекарям.

До випуску увійшли матеріали з періодичних видань, отриманих бібліотекою в 2014 році.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

- Андрієвський Володимир Захарович (Київ)** – головний інженер з переробки РАВ відділу проблем екологічної безпеки Інститут геохімії навколишнього середовища (ДУ «ГНС НАН України»).
- Баран Анна Сергіївна (Кропивницький)** – аспірант, Центральноукраїнський національний технічний університет.
- Бєбко Зоряна Зореславівна (Рівне)** – Національний університет водного господарства та природокористування.
- Бобрік Надія Юріївна (Ужгород)** – аспірант, біологічний факультет Ужгородського національного університету «ДВНЗ «УжНУ».
- Бондарчук Ольга Володимирівна (Вінниця)** – асистент кафедри екології та екологічної безпеки Вінницького національного технічного університету.
- Бордун Ігор Михайлович (Львів)** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, Національний університет «Львівська політехніка».
- Вознюк Наталія Миколаївна (Рівне)** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології Національний університет водного господарства та природокористування.
- Войтюк Юлія Юріївна (Київ)** – кандидат геологічних наук, Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. Н. П. Семененка НАН України.
- Грабак Наум Харитонович (Миколаїв)** – доктор сільськогосподарських наук, професор, кафедри екології та природокористування Чорноморського державного університету імені Петра Могили.
- Гумницький Ярослав Михайлович (Львів)** – доктор технічних наук, професор кафедри екології та збалансованого природокористування Національного університету «Львівська політехніка».
- Демченко Віктор Олексійович (Київ)** – доктор біологічних наук, Інститут гідробіології.
- Дерейко Христина Олегівна (Львів)** – кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та збалансованого природокористування Національного університету «Львівська політехніка».
- Дмитруха Наталія Миколаївна (Київ)** – доктор біологічних наук, ДУ «Інститут медицини праці НАМН України».
- Дубчак Сергій Валерійович (Київ)** – доктор біологічних наук, доцент, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.
- Ігнатко Тетяна Іванівна (Ужгород)** – аспірант, біологічний факультет Ужгородського національного університету «ДВНЗ «УжНУ».
- Колесник Анжела Володимирівна (Ужгород)** – кандидат біологічних наук, доцент, Ужгородський національний університет «ДВНЗ «УжНУ».
- Консуров Микола Олегович (Харків)** – Національний університет цивільного захисту України.
- Копилова Ольга Михайлівна (Рівне)** – аспірант, Національний університет водного господарства та природокористування.
- Короленко Тамара Костянтинівна (Київ)** – кандидат медичних наук, ДУ «Інститут медицини праці НАМН України».
- Кривцова Марина Валеріївна (Ужгород)** – кандидат біологічних наук, доцент, Ужгородський національний університет «ДВНЗ «УжНУ».
- Кураєва Ирина Владимировна (Київ)** – доктор геологічних наук, професор, Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. Н. П. Семененка НАН України.
- Локтіонова Олена Петрівна (Київ)** – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. Н. П. Семененка НАН України.
- Матвієнко Олександра Валеріївна (Київ)** – аспірант, Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. Н. П. Семененка НАН України.

- Митяй Іван Сергійович (Київ)** – доцент кафедри зоології та іхтіології Національний університет біоресурсів і природокористування України.
- Мельниченко Галина Михайлівна (Івано-Франківськ)** – аспірант, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Інститут природничих наук.
- Мітков Василь Борисович (Мелітополь)** – кандидат технічних наук, доцент Таврійського державного агротехнологічного університету.
- Петрук Василь Григорович (Вінниця)** – доктор технічних наук, професор кафедри екології та екологічної безпеки Вінницького національного технічного університету.
- Полякова Ірина Олександрівна (Київ)** – начальник лабораторії радіаційних технологій відділу радіаційного захисту Державного науково-технічного центру з ядерної та радіаційної безпеки.
- Пташник Вадим Вікторович (Львів)** – кандидат технічних наук, Національний університет «Львівська політехніка».
- Пудла Олександра Іванівна (Дніпро)** – аспірант, Національна металургійна академія України.
- Шибельський Володимир Володимирович (Полтава)** – аспірант, Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки.
- Ригас Тетяна Євгенівна (Кременчук)** – асистент кафедри екологічної безпеки та організації природокористування Кременчугського національного університету імені Михайла Остроградського.
- Савицька Олена Вікторівна (Київ)** – кандидат географічних наук, доцент, Київський національний університет імені Тараса Шевченка
- Сардига Мар'яна Василівна (Львів)** – Національний університет «Львівська політехніка».
- Симак Дмитро Михайлович (Львів)** – кандидат технічних наук, асистент кафедри хімічної інженерії Національний університет «Львівська політехніка».
- Скиба Вікторія Павлівна (Рівне)** – аспірант, Національний університет водного господарства та природокористування.
- Стискал Оксана Анатоліївна (Вінниця)** – Вінницький національний технічний університет.
- Сьомка Людмила Василівна (Київ)** – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. Н. П. Семененка НАН України.
- Токаревський Володимир Васильович (Київ)** – доктор фізико-математичних наук, професор, директор Інституту проблем Чорнобиля.
- Турбаєвський Володимир Васильович (Лондон, Англія)** – кандидат технічних наук, науковий співробітник Всесвітньої асоціації операторів атомних електростанцій.
- Харламова Олена Володимирівна (Кременчук)** – кандидат технічних наук, доцент кафедри екологічної безпеки та організації природокористування Кременчугського національного університету імені Михайла Остроградського.
- Хомич Віталій Валерійович (Київ)** – Державне агентство рибного господарства України, головний спеціаліст відділу аквакультури та відтворення водних біоресурсів.
- Хом'як Іван Владиславович (Житомир)** – кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та природокористування Житомирського державного університету імені Івана Франка.
- Цвенько Оксана Олександрівна (Вінниця)** – Вінницький національний технічний університет.
- Циганок Євген Юрійович (Київ)** – студент, Київський національний університет імені Тараса Шевченка.
- Шмандій Володимир Михайлович (Кременчук)** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екологічної безпеки та організації природокористування Кременчугського національного університету імені Михайла Остроградського.

Наукове видання

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

1-2 / 2016 (12-13)

- *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

Видавничий дім «Гельветика»
E-mail: mailbox@helvetica.com.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4392 від 20.08.2012 р.

Підписано до друку 20.08.2016. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Цифровий друк.
Ум.-друк. арк. 21,39. Тираж 100. Замовлення № 1217/1.
Ціна договірна. Віддруковано з готового оригінал-макета.
