
АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

УДК 631.4: 631.92: 631.95

МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ ПРИРОДНИХ ТА АГРОЕКОСИСТЕМ ЯК НАУКОВА ОСНОВА ЗБЕРЕЖЕННЯ ҐРУНТОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ

І.П. Яцук¹, В.В. Дегтярьов², Д.Г. Тихоненко², М.О. Горін²

¹ ДУ «Держґрунтохорона»

² Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Досліджено проблеми моніторингу та оцінки якості ґрунту. Запропоновано напрями охорони ґрунтів і раціонального використання земель. Проаналізовано стан ґрунтів України. Розвинено Концепцію моніторингу ґрунтів для збереження екологічних функцій як ґрунтового різноманіття, так і першооснови ландшафтної мозаїчності, запропоновану В.В. Медведєвим. Підтверджено необхідність створення Червоної книги ґрунтів України для збереження зникаючих цілинних і унікальних, рідкісних і раритетних ґрунтів в умовах зростаючої деградації біосфери та її ґрунтових компонентів. Визначено роль і значення моніторингу ґрунтів для збереження найуразливіших видів, яким загрожує повне зникнення або неоправні перетворення.

Ключові слова: біорізноманіття, Червона книга ґрунтів України, моніторинг, різноманіття ґрунтів, збереження ґрунтів.

Ґрунт є багатофункціональною системою, основними складниками якої є: середовище існування мікроорганізмів, рослин і певних видів тварин; зберігання тепла, води та поживних речовин для рослин. Ґрунт має здатність буферного середовища, є природним фільтром і системою детоксикації, основним і, здебільшого, єдиним джерелом поживних речовин і сировини, необхідних для людини. Але, наголосимо, ґрунт є обмеженим джерелом — площі з родючими ґрунтами поступово скорочуються, а значна протяжність їх поверхні використовується не для сільськогосподарського призначення. У сільському господарстві невідповідне використання ґрунту і агротехніки спричиняє ерозію ґрунту, руйнування або забруднення навколишнього природного середовища. Антропогенна діяльність і порушення екологічної рівноваги негативно впливають на ґрунтову систему і можуть призвести до дисбалансу і поступового виснаження ґрунту. Отже, як повітря і вода, ґрунт також потребує охо-

рони. Екологічні аспекти ґрунтознавства, зокрема моніторинг та оцінка стану ґрунтів, є актуальними науково-виробничими напрями, що сприяють запобіганню деградації ґрунто-ценотичних компонентів ландшафтних, біогеоценотичних та інших екосистем під впливом нерегульованого антропогенного навантаження [1]. Як підкреслює В.В. Медведєв [2], навіть у країнах ЄС, що напрацьовують єдину прогресивну екологічну політику, зокрема щодо зближення методології й практики контролю за станом довкілля, в галузі моніторингу ґрунтів здійснюються лише перші кроки. Ґрунти України досі не були охоплені дослідженнями як специфічні компоненти природних екосистем з їх мальовничим біорізноманіттям, оскільки тривалий час актуальними вважалися проблеми винятково їх сільськогосподарського використання, а біосферні (екологічні), соціосферні та інші функції ґрунтогенезу залишалися поза увагою науковців.

Концепція моніторингу ґрунтів та збереження їхніх екофункцій, і самої ґрунтової різноманітності як першооснови ланд-

© І.П. Яцук, В.В. Дегтярьов, Д.Г. Тихоненко,
М.О. Горін, 2016

шафтною мозаїчністю, почала розроблятися в Україні лише в останні десятиліття після того, як В.В. Медведев звернув увагу на необхідність створення ще неіснуючої в Україні Червоної книги ґрунтів з метою охорони залишків зникаючих цілинних та унікальних, рідкісних і раритетних видів за зростаючої деградації біосфери та її ґрунтових компонентів, передусім найбільш уразливих видів, яким загрожує повне зникнення чи невідновне перетворення. На імперативній необхідності впровадження екологічного моніторингу раніше наголошував В.А. Ковда [3]. Екологічні пріоритети, на думку В.В. Медведева, повинні стати обов'язковою складовою сучасного оцінювання ґрунтів [4]. Колектив науковців на чолі з Г.В. Добровольським виділили екологічне бонітування у самостійний напрям, що враховує широке коло чинників, які визначають здатність ґрунтів здійснювати біосферні, етносферні та інші суто екологічні функції [5]. У такому сенсі оцінювання, зокрема бонітувальне, насамперед повинне враховувати не родючість (як тепер), а зовсім інші критерії, завдяки яким, наприклад, торфові, заплавні, заболочені та інші «низькородючі» ґрунти, що зазвичай вважаються малоцінними, в екологічному бонітуванні за визначенням не можуть отримати низькі бали, тому що виконують найважливіші функції стабілізації біосферних режимів. І все це повинно бути відображено в державній стратегії раціонального використання та охорони ґрунтів, узагальненим критерієм якої є екологічний бал бонітету (його ігнорування є очевидним методологічним дефектом існуючих концепцій з оцінки ґрунтів).

Так, Л.Н. Гумільов встановив зв'язок між етносом і географічними умовами, передусім ґрунтом. За його логікою, формування української нації насамперед слід ототожнювати з чорноземом, екологічний бонітет якого має бути набагато вищим за нинішній бонітет, що враховує лише його продуктивну функцію. Земельний кодекс України відносить чорноземи до особливо цінних ґрунтів, виведення яких з сільськогосподарського використання можливо

лише у виняткових випадках. Водночас екоцидні порушення є настільки поширеними, що стали правилом. У разі забезпечення екологічного бонітету, якому відповідатиме грошова компенсація за виведення земель з обігу (скажімо, 120 млн євро за псування 1 га угідь), порушення стануть неможливими. Методологія бонітування екологічних функцій, за В.В. Медведевим [4], повинна базуватися на параметрах цілинних ґрунтів природних екосистем, що зберігають властивості та екологічні режими природного ґрунтогенезу (у межах національних та регіональних ландшафтних парків, біосферних заповідників та інших територій). Саме цілинні ґрунти є зразками екологічно бездоганного стабільного функціонування угідь з оцінкою 100 балів, тоді як середній екологічний бал агроценозу (термін Д.Г. Тихоненка) становить 64 бали, за даними В.В. Медведева, а темно-каштанового агроземного ґрунту ще нижче — 52 бали [4, 5]. На думку багатьох вчених, таке помітне зниження екологічного бонітету порівняно з біосферним еталоном свідчить про значні негаразди в агросфері України, де ще не сформовано концепцію особливої державної охорони ґрунтів — створення Червоної книги ґрунтів, як і не дооцінено проблему збереження ґрунтово-екологічного різноманіття. Від розв'язання цих проблем і залежатиме можливість сталого ноосферного розвитку України і екологічно стабільного функціонування в центрі європейського континенту її унікального ґрунтового покриву [6–13]. Актуальність моніторингових досліджень посилилася потребою наукового забезпечення фінальної стадії реформування в Україні земельних відносин. У Земельний кодекс України у 2002 р. було введено статтю стосовно моніторингу, а в урядових постановках та наказах міністерств деталізовано зміст цього нового напрямку і визначено порядок його впровадження у виробництво.

Останнім десятиліттям, загалом, сформувалося розуміння необхідності підтримки та удосконалення моніторингу на рівні державних інституцій, деякі з них доклали немало зусиль для впровадження

моніторингу на меліоративних об'єктах, у Чорнобильській зоні, на території низки ландшафтно-екологічних полігонів тощо, внаслідок чого значно удосконалено наукові уявлення про сутність моніторингу та його програмне, технічне, метрологічне, інформаційне забезпечення. Зафіксовані моніторингом факти зниження і втрати ґрунтом родючості оцінено в експертному середовищі як прояв деградації, тобто позбавлення рослин (передусім культивованих), а разом з тим і людство, ґрунтово-екологічних першооснов їхнього існування, екофункціонально порушених унаслідок безгосподарної антропогенної діяльності [14–16].

Тож найважливішою передумовою стабільного функціонування біосфери і продуктивного аграрного виробництва, а в його складі хліборобської діяльності, стає постійна турбота держави і пересічних землевласників, землекористувачів, орендарів про підвищення родючості ґрунтів. Україну небезпідставно відносять до таких держав, як США, Німеччина, Японія, Франція, Канада, Китай, Ізраїль, які першими дійшли згоди в розумінні, що протидію деградації та забрудненню ґрунтів слід вважати пріоритетом державницького масштабу, прирівнюючи витрати на окультурювання ґрунтів до витрат на оборону країни. Ключовим принципом земельного законодавства є неприпустимість таких впливів на ґрунт, які призводять до його деградації, забруднення, руйнування, загалом до погіршення якості, інтегральним показником якої є саме родючість як інтегральна екофункція біосферного рангу. Такий принцип базується на рішеннях всесвітніх конференцій з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро (1992) і Йоганнесбурзі (2012) стосовно охорони і раціонального використання ґрунтів, екологічний стан яких повинен бути центральною ланкою державної політики, оскільки це визначає характер життєдіяльності людей і є вирішальним чинником впливу на довкілля.

Слушною є думка Г.В. Добровольського, що ґрунт, як один із специфічних і найістотніших компонентів біогеоценотичних і

ландшафтних екосистем, разом з фітоценотичним покривом, забезпечує в біосфері (у т.ч. й на території України) важливі екологічні функції [17, 18]. Передусім, це є проявом певних (добре відомих) властивостей, набутих у процесі того чи іншого типу природного ґрунтогенезу, ускладненого на сучасному етапі деградацією в умовах антропогенного тиску і пошуками ноосферної перспективи коєволюції людини та біосфери: *фізично* (життєвий простір, житло й притулок, опорна екофункція, депонування зародків життя) та *хімічно зумовлені екофункції* (джерело елементів мінерального та азотного живлення; депонування елементів живлення, води, енергії; стимулятор, інгібітор, каталізатор біохімічних та інших процесів; сорбція хімічних речовин і мікроорганізмів); *інформаційна група екофункцій* (ініціація як сигнал сезонних та інших біологічних процесів; регуляція чисельності, складу, структури біоценозів; запуск сукцесій; «пам'ять» ландшафту (біогеоценозу); *інтегральні (цілісні) екофункції* (речовинно-енергетична трансформація біогеоценозів; санітарно-гігієнічна екофункція; буферно-захисний біогеоценотичний екран); *глобальні функції ґрунтів* – *ґрунтогенне трансформувannya літосфери* (ґрунт – покрив абіотичних геосистем і трофічний фундамент наземних екосистем будь-якого рангу, чинник продовження гіпергенного трансформувannya планетарної літосфери у фанерозої; джерело формування порід і корисних копалин; передавач космічної енергії і атмосферних речовин у земні надра); *гідросферні екофункції ґрунту* (ґрунтогенна корекція кругообігу води, річкового стоку і водного балансу; трансформувannya атмосферних опадів у підземні води; захист акваторій та їх біопродуктивності); *ґрунтогенний захист атмосфери* (чинник її еволюції і трансформувannya сучасного складу; джерело й приймач атмосферного пилу і мікроорганізмів; ґрунтогенне коригування енергетики і вологообігу атмосфери); *загальнобіосферні та етносферні функції ґрунту* (екологічна ніша біоти, акумулятор енергосистемних біоорганічних речовин; родючість – загаль-

нобіосферна екофункція на тлі глобального дефіциту родючих ґрунтів; ґрунтогенна диференціація ландшафтної сфери і біосфери; з'єднувальна ланка біологічного (біогеохімічного) та геологічного кругообігу; геодерма планети — захисний бар'єр біосфери, каталізатор біологічної еволюції, істотний чинник етно- та соціогенезу) [19, 20].

Моніторинг якості ґрунту безпосередньо через означені екофункції, їх повноту чи, навпаки, редукованість (деформованість, деградацію) найдоцільніше здійснювати на основі парадигм В.В. Докучаєва [21–23], принципів «не зашкодь» і «включись живому», теорії та практики окультурювання ґрунтів, *ноосферної ідеї* В.І. Вернадського шляхом збору інформації, оцінок і прогнозувань зміни стану ґрунтів з метою напрацювання виважених управлінських рішень [24]. *Моніторинг ґрунтів* у такому разі стає важливою складовою частиною *екологічного моніторингу* (оцінка стану довкілля загалом), *агроекологічного моніторингу* (оцінка стану довкілля у поєднанні з контролем якості продовольчої продукції рослинництва та тваринництва), а також *моніторингу земель*, об'єктом якого є не лише сільськогосподарські, а й лісові, рекреаційні, заповідні, рекультивовані та всі інші категорії земель.

Моніторинг передбачає обов'язкове прогнозування напряму еволюції ґрунтогенезу, оцінку екофункцій ґрунтів природних та агрогенних екосистем (передусім родючості) для раціонального землегосподарювання, а отже, забезпечення протидії поглибленню дефіциту родючих ґрунтів, запобіганню негативним змінам агроземних таксонів ґрунтів [16]. Пріоритетом має стати профілактика за принципом превентивної протидії деградації ґрунтів на основі: екологічно вмотивованого управління поживного, водного, теплового і газового режимів ґрунтів, їх біохімічної (ферментативної) активності; збереження повноцінної ґрунтової біоти; оптимізації фізичного стану ґрунтів, зокрема запобігання їх знеструктуренню та ущільненню.

Виконання окреслених завдань водночас сприяє й успішному вирішенню пи-

тання щодо отримання високоякісної сільськогосподарської продукції у процесі органічного виробництва. Крім того, гарантування біологічної якості врожаю та його екобезпеки є одним із дієвих механізмів задоволення потреб населення в повноцінній харчовій продукції, а держави — в її продовольчій безпеці.

Останніми роками серед видів моніторингу (еталонний, виробничий, поточний, кризовий, спеціальний, науковий) фахівцями зроблено спробу зосередитись на (за змістом, масштабом, оперативністю, методологією) науковому його різновиді (прогностичному) для отримання інформації підвищеної точності та збільшеної ємності, що дає змогу якісно збагатити виробничий, кризовий та інші види моніторингів, удосконалити зміст управлінських рішень і, головне, сформувати надійні парадигматичні прогностичні моделі раціонального землегосподарювання, протидії деградації, стабілізації ґрунтово-екологічних функцій.

Науковий ґрунтово-екологічний моніторинг пропонується здійснювати на оновлених експериментальних стаціонарних ділянках, трансформованих у *моніторингові полігони*, що охоплені як традиційними, так і спеціальними (дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), ГС-технології), методами досліджень, у т.ч. картографічним, імітаційним, математичним, натурним моделюванням та іншими видами спостережень під час моніторингу в природних та агрогенних екосистемах, вибору параметрів оцінювання та аналітичних методів дослідження зразків «ґрунто-підґрунтя», підґрунтових вод і рослин, метрологічного та математичного забезпечення наземних методів моніторингу, їх узгодження з процедурами ДЗЗ, дешифрування його продуктів тощо. Вибір моніторингових параметрів оцінювання обумовлено потребою об'єктивно визначити головні екофункції ґрунтового покриву природних та агрогенних екосистем, з охопленням, передусім, основних для родючості (у т.ч. рослин) ґрунтово-екологічних режимів (поживний, гідрологічний тощо). Екологічний стан ґрунту надійно індукується, діагностується й оцінюється

за доступності до якомога повнішої інформації стосовно змін у структурі ґрунтового покриву, трансформації земельних угідь, темпів зміни еколого-біогеохімічних характеристик ґрунту (гумус, рН, ємність катіонного обміну, фізико-хімічні, агрохімічні, фізико-механічні та інші показники).

Орієнтація на науковий моніторинг передбачає збирання повної інформації підвищеної точності, на базі чого створюються передумови для якісного оновлення виробничого моніторингу та перманентного удосконалювання змісту управлінських рішень, ноосферно зорієнтованих на прогностичні моделі виваженого землегосподарювання. Одним із ключових компонентів наукового моніторингу стають ґрунтово-екологічні *моніторингові полігони*, що формуються та постійно удосконалюються з урахуванням впливу катени (власне, рельєфу — крутизни, експозиції, форми схилів тощо), у межах якої будуть виконуватися поставлені перед моніторингом головні завдання (за В.В. Медведєвим): а) оцінити просторовий розподіл у ґрунтах біогенних (поживних) та абіогенних (забруднювальних, екоцидних) хімічних елементів залежно від ландшафтного положення та агрогенного впливу (блок «геостатистика»); б) відстежити зміни базових характеристик ґрунтів під впливом природних (ландшафтно-біокліматичних) та агрогенних чинників (блок «динаміка»); в) дослідити еколого-біогеохімічний тренд перерозподілу означених хімічних елементів у ґрунтах природних та агрогенних екосистем (блок «міграція»); г) здійснити спеціальні натурні експерименти з окультурювання (агрохімічного тощо) та підвищення родючості ґрунтів агрогенних екосистем з контрольними варіантами природних екосистем (блоки «моделювання» і «прогноз») [25].

Для найбільш аргументованого виконання фінального завдання («прогноз») за ГІС-технологіями формують кілька інформаційних баз даних, на основі яких за методологічно оновленою програмою виконують власне моніторингові спостереження. На кожному моніторинговому полігоні

здійснюється детальне картографування ґрунтів, закладаються опорні (контрольні) розрізи та свердловини (охоплюються головні типи, підтипи та інші таксони ґрунтів (роди, види, різновиди, варіанти окультурювання) [26].

Актуальність проблеми є самоочевидною, оскільки побудова сильної держави не може бути успішною без виконання низки передумов, серед яких пріоритетним має стати й моніторинг якості різних ґрунтів як екологічної ніші та середовища існування для значної кількості видів наземної біоти. Без моніторингової оцінки збереження біорізноманіття як чинника стабільності біосфери це питання не може бути вирішеним, оскільки за освоєння людиною ґрунтів природне різноманіття відповідних видів біоти істотно зменшується, навіть за умови дотримання вимог раціонального землегосподарювання. На переконання науковців [27], у стратегії агросфери немає жодного натяку на гонитву за надвисокою біопродуктивністю, зате виразно простежується тренд нехтування саме ґрунтово-ценотичним біорізноманіттям, як одним із базових стабілізаторів життєдайних екологічних режимів, безумовно залежних від ґрунтогенної мозаїки ландшафтно-сфери планети.

У багатьох країнах світу, зокрема на пострадянському просторі, існує немало прикладів успішного (екологічно орієнтованого, енергоефективного, рентабельного) землегосподарювання, де висока та стала продуктивність аграрного сектора економіки гармонійно поєднується з охороною, відтворенням і підвищенням родючості ґрунтів (їх окультурюванням, за трактуванням О.М. Грінченка). Завдання полягає у тому, щоб поширювати цей досвід, рекламувати його екологічну імперативність, агровиробничу доцільність, економічну ефективність, соціальну спрямованість тощо.

Створення *Червоної книги ґрунтів* та забезпечення її правочину на різних рівнях (державному, обласному) має, на нашу думку, принципове значення для реалізації *особливої охорони ґрунтів* (Г.В. Добровольський) і біосфери загалом. Цей документ

не тільки створить юридичні підвалини для збереження ґрунтового різноманіття, але й систематизує сам процес збереження «четвертого царства природи» (В.В. Докучаєв), тобто її ґрунтового покриву як геодерми планети. Без такого правового документа спроби зберегти природно-історичні ґрунтові тіла не дадуть належного ефекту і виявляться марними [28, 29].

Червоні книги зникаючих екосистем та їх *ґрунтових компонентів* досі перебувають у стадії розробки, і створені лише в окремих суб'єктах Російської Федерації. Їх відсутність в Україні істотно гальмує збереження цих унікальних «витворів» природи, не захищених у нашій державі спеціальним ґрунтоохоронним актом. Одним із чинників такого гальмування є неповне усвідомлення на державному рівні екологічної значущості існування на планеті Земля всіх дітиш її еволюційного розвитку.

Щоб зберегти Біосферу як унікальну екосистему планети, потрібно повсякчас піклуватися про її трофічний фундамент, тобто про все різноманіття природних ґрунтових утворень, з яких до Червоної книги слід негайно включити передусім ті, які перебувають під загрозою зникнення. Водночас це сприятиме й успішному виконанню багатьох суто практичних завдань. Так, для моніторингу якості ґрунтів і порівняльного аналізу процесів ґрунтогенезу цілнинних та освоєних земель, на думку В.В. Медведєва, обов'язково потрібно мати *еталонні ґрунти* [5]. Не підлягає сумніву аксіома щодо перебування окультурюваних (*агроземних* за Д.Г. Тихоненком, 2010) ґрунтів під впливом природних чинників ґрунтогенезу, скоригованих господарською діяльністю людини. Тож моніторинг змін в агроземах, спричинених людиною на тлі природних процесів, є конче потрібним для розробки оптимальних систем землеробства, екологічно орієнтованих на максимальне використання ресурсного потенціалу ґрунтової родючості, сформованого природними ґрунтоутворювачами, що наразі не може поновлюватися без їхнього взаємозв'язку з працею людини.

Недооцінка ресурсного екопотенціалу природної ґрунтової родючості багато в чому пояснюється майже повною відсутністю відповідної ґрунтово-екологічної інформації, достовірність якої до того ж значно знижується через обмеженість порівнянь *агроземів з еталонними цілнинними ґрунтами*, які в чорноземній зоні Степу та Лісостепу майже не збереглися.

Однак ці та інші не менш переконливі аргументи на користь негайного створення *Червоної книги ґрунтів* викликають і заперечення, адже в існуючих заповідниках вже заповідано й відповідні ґрунти. Але, як зауважує Г.В. Добровольський, ті ґрунти (які дійсно слід неодмінно зберегти) є лише дефрагментованою часткою значно ширшого їх різноманіття [17]. Тому багато зникаючих ґрунтів не потрапили до існуючої екомережі заповідників, заказників, пам'яток природи, національних і ландшафтних парків, біосферних резерватів, і не могли потрапити, адже їх не було внесено до чинних на сьогодні *Червоних книг флори та фауни*.

Важливі аспекти цієї проблеми висвітлили Г.В. Добровольський, В.В. Медведєв, І.М. Подоба, О.В. Клімов, Л.О. Карпачевський та ін. [17, 2, 30]. На їхню думку, для розробки Червоної книги ґрунтів слід використати досвід створення аналогів — *Червоних книг рослин і тварин*. Проте повна аналогія в цьому питанні є неможливою з огляду на відому специфічність природних ґрунтових утворень (різноманіття, композиційна мозаїчність, динамічність) і коригуючий вплив на них людини. Для включення до Червоної книги освоєних ґрунтів (*агроземів*) необхідно встановити найменш змінені їх відмінності, екофункціонально наближені до цілнинних еталонів (через що вони й потребують охорони). Через значне антропогенне перетворення природного середовища значна частина ґрунтів залишилася без *цілнинних еталонів*. До того ж *чорноземи* взагалі опинилися буквально в деградаційній кризі, оскільки освоєння європейських регіонів їхнього розповсюдження (Лісостеп, Степ) давно перевищило екологічний оптимум, хоч повне земле-

робське освоєння будь-якої ландшафтної екосистеми гранично мінімізує (близько 25% від можливого максимуму) отримання корисної біопродукції (Реймерс, 1994).

Отже, проблеми моніторингу та оцінки якості ґрунтів, їх охорони і раціонального землегосподарювання, у т.ч. створення Червоної книги ґрунтів, виходять далеко за межі суто ґрунтоохоронних завдань — вони переростають у проблеми стабільного функціонування Біосфери загалом, оскільки біогеоценотичні і глобальні екофункції ґрунтів (передусім природних) є чинником

збереження еволюційно створеного кругообігу біогенних елементів і енергії на Землі (без цього життя унеможлиблюється). Тож є сенс впровадити ґрунтово-екологічний моніторинг природного та агроземного ґрунтогенезу в ландшафтних, біогеоценотичних та інших екосистемах, у т.ч. на землях різної форми власності з екологічно орієнтованим господарюванням, розпочавши складання номенклатурного списку для обласних червоних книг ґрунтів з експериментальних моніторингових полігонів, які потребують обов'язкового удосконалення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Методологія та організація наукових досліджень в екології / М.О. Клименко, В.Г. Петрук, В.Б. Мокін, Н.В. Вознюк. — Херсон: Олді-плюс, 2012. — 474 с.
2. *Медведев В.В.* Типові, рідкісні та зникаючі види ґрунтів України / В.В. Медведев, І.М. Подоба, О.В. Клімов // *Агрохімія і ґрунтознавство.* — 1998. — Вип. 59. — С. 13–27.
3. *Ковда В.А.* Экологический мониторинг: концепция и принципы организации / В.А. Ковда, А.С. Керженцев // *Региональный экологический мониторинг.* — М.: Наука, 1983. — С. 7–14.
4. *Медведев В.В.* Бонитировка и качественная оценка пахотных земель Украины / В.В. Медведев, И.В. Плиско. — Х.: 13 типография, 2006. — 386 с.
5. *Медведев В.В.* Мониторинг почв Украины / В.В. Медведев. — Х.: КП «Городская типография», 2012. — 536 с.
6. *Горін М.О.* Досліди географічної мережі з добривами на чорноземах і проблема створення Червоної книги ґрунтів / М.О. Горін // *Охорона ґрунтів: Зб. наук. пр.* — Вип. 1: Матер. Міжн. наук.-пр. конф. «Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави» за нагоди 50-річчя агрохімічної служби України. — К.: ДУ «Держґрунтохорона», 2014. — С. 60–63.
7. *Ґрунтознавство* / Д.Г. Тихоненко, М.О. Горін, В.В. Дегтярьов та ін.; за ред. Д.Г. Тихоненка; ред.-укладач М.О. Горін. — К.: Вища освіта, 2005. — 703 с.
8. *Тихоненко Д.Г.* Ґрунти долинних екосистем Лівобережного Лісостепу України (науковий доповідь Докучаєвської кафедри ґрунтознавства) / Д.Г. Тихоненко, М.О. Горін, В.В. Дегтярьов // *Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвід. тем. наук. зб. [«Охороні ґрунтів — державну підтримку»].* — Х., 2010. — Кн. I. — С. 151–163. — (Спец. випуск).
9. *Тихоненко Д.Г.* До проблеми консервації деградованих і малопродуктивних земель / Д.Г. Тихоненко, М.О. Горін, В.В. Дегтярьов // *Реґіон-2010 стратегія оптимального розвитку: матер. Міжнар. наук.-пр. конф.* (Харків, 4–5 листопада 2010 р.). — Х., 2010. — С. 339–342.
10. *Дегтярьов В.В.* Ґумус чорноземів Лісостепу і Степу України / В.В. Дегтярьов. — Х.: Майдан, 2011. — 359 с.
11. Агрогеохімічна сировина в надрах України — перспективи сільськогосподарського використання / П.В. Зарицький, Д.Г. Тихоненко, В.В. Дегтярьов та ін. // *Охорона ґрунтів: Зб. наук. пр.* — Вип. 1: Матер. Міжнар. наук.-пр. конф. «Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави» за нагоди 50-річчя агрохімічної служби України. — К.: ДУ «Держґрунтохорона», 2014. — С. 12–18.
12. *Тихоненко Д.Г.* Екологічні парадигми і ноосфера В.І. Вернадського [Електронний ресурс] / Д.Г. Тихоненко // *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва.* — 2013. — № 1. — С. 5–8. — Режим доступу: visnukhнау.narod.ru
13. Пізньюкайнозойський ґрунтолітогенез і фіторекультивация як ноосферна перспектива / Д.Г. Тихоненко, П.В. Зарицький, Ж.М. Матвіїшина та ін. // *Рекультивация сложных техноэкосистем в новом тысячелетии: ноосферный аспект: матер. Межд. науч.-пр. конф. (Днепропетровск, 29–30 мая 2012 г.)* — Днепропетровск, 2012. — С. 60–64.
14. *Тихоненко Д.Г.* До проблеми моніторингу ґрунтів природних та агрогенних екосистем: методологія оцінки якості / Д.Г. Тихоненко, В.В. Дегтярьов, М.О. Горін // *Довідник хлібороба України.* — К., 2016. — С. 85–95.
15. *Тихоненко Д.Г.* Ґрунти населених пунктів: проблеми класифікації, діагностики, картографії, експертних оцінок / Д.Г. Тихоненко, М.О. Горін // *Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвід. темат. наук. зб.* — Кн. 2: Ґрунтознавство і меліорація ґрунтів. — Х., 2014. — С. 84–87. — (Спец. випуск).
16. *Тихоненко Д.Г.* Агрогенне ґрунтоутворення і класифікація ґрунтів [Електронний ресурс] / Д.Г. Тихоненко // *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва.* — 2010. — № 5. — С. 5–10. — Режим доступу: visnukhнау.narod.ru

17. Добровольский Г.В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв / Г.В. Добровольский, Е.Д. Микитин. — М.: Наука, 2006. — 330 с.
18. Добровольский Г.В. Принципы и задачи почвенного мониторинга / Г.В. Добровольский, Д.С. Орлов, Л.А. Гришина // Почвоведение. — 1983. — № 11. — С. 8–16.
19. Людина як біогеохімічний відбиток ландшафтного довкілля (медико-геологічний аспект) / П.В. Заріцький, М.О. Горін, В.В. Андреев та ін. // Наукові та методологічні основи медичної геології: матер. Першої наук. конф. (Київ, 17–18 квітня 2013 р.). — К.: ПВНЗ «Інститут Тутковського»; ВЦ «ЕкспоПлаза», 2013. — С. 31–32.
20. Рідей Н.М. Екологічна оцінка агробіоценозів: теорія, методика, практика: навч. посіб. для студ. ВНЗів / Н.М. Рідей, В.П. Строкаль, Ю.В. Рибалко. — Херсон: Олді-Плюс, 2011. — 567 с.
21. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь / В.В. Докучаев. — М.: Сельхозгиз, 1953. — 152 с.
22. В.В. Докучаев и современное почвоведение: сб. науч. тр., посвящ. 100-летию каф. почвоведения / Харьковский аграрный ун-т им. В.В.Докучаева; ред. Н.И. Лактионов, Л.Г. Тихоненко. — Х., 1994. — 119 с.
23. Тихоненко Д.Г. Маршрутами В.В. Докучаева (навчальні експедиції ґрунтознавців / Д.Г. Тихоненко, М.О. Горін // Наукові дослідження — теорія та експеримент 2009: матер. V Міжнар. наук.-пр. конф. (Полтава, 18–20 травня 2009 р.) — Полтава, 2009. — С. 78–88.
24. Травлев А.П. Вернадский В.И. и почвоведение / А.П. Травлев // Экология и ноосферология. — 1995. — Т. 1. — № 1, 2. — С. 12–21.
25. Медведев В.В. Состояние работ по мониторингу почв за рубежом / В.В. Медведев // Вісник ХНАУ. — 2002. — № 2. — С. 7–15.
26. Тихоненко Д.Г. Проблеми картографування урбаноземів / Д.Г. Тихоненко, М.О. Горін // Вісн. ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. — 2013. — № 2. — С. 5–11. — (Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»).
27. Агросфера як провідний фактор сталого розвитку України / О.О. Созінов, Р.І. Бурда, Ю.О. Тараріко та ін. // Вісник аграрної науки. — 2004. — № 10. — С. 5–13.
28. Тихоненко Д.Г. Историчний нарис кафедри ґрунтознавства Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва [1894–2015 pp.] / Д.Г. Тихоненко. — Х.: Майдан, 2015. — 60 с.
29. Тихоненко Д.Г. Про Харківську школу ґрунтознавства // Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва: — 2009. — № 3. — С. 6–7. — (Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство»).
30. Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение / Л.О. Карпачевский. — М.: ГЕОС, 2005. — 336 с.

REFERENCES

1. Klymenko M.O., Petruk V.H., Mokin V.B., Vozniuk N.V. (2012). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen v ekolohii* [Methodology and organization of research in ecology]. Kherson: Oldi-plus Publ., 474 p. (in Ukrainian).
2. Medvediev V.V., Podoba I.M., Klimov O.V. (1998). *Typovi, ridskisi ta znykaiuchi vydy gruntiv Ukrainy* [Typical, rare and endangered species of soil Ukraine]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo* [Agrochemistry and soil science]. Iss. 59, pp. 13–27 (in Ukrainian).
3. Kovda V.A., Kerzhentsev A.S. (1983). *Ekologicheskii monitoring: kontseptsyiia i printsipy organizatsii. Regionalnyy ekologicheskii monitoring* [Environmental monitoring: the concept and principles of the organization. Regional environmental monitoring] Moskva: Nauka Publ., pp. 7–14 (in Russian).
4. Medvedev V.V., Plisko I.V. (2006). *Bonitirovka i kachestvoennaya otsenka pakhotnykh zemel Ukrainy* [Valuation and qualitative evaluation of arable land in Ukraine]. Kharkov: 13 tipografiya Publ., 386 p. (in Russian).
5. Medvedev V.V. (2012). *Monitoring pochv Ukrainy* [Monitoring of Ukraine soil]. Kharkov: KP Gorodskaya tipografiya Publ., 536 p. (in Russian).
6. Horin M.O. (2014). *Doslidy heohrafichnoi merezhi z dobryamy na chormozemakh i problema stvorennia Chervonoï knyhy gruntiv* [Experiments geographical network of black soil fertilizers on the problem of creating Red Book soil]. *Zbirnyk naukovykh prac «Okhorona gruntiv»* [Scientific works «Protection of soil»]. Iss. 1, *Materialy mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii «Ahrokhimichna sluzhba Ukrainy: rol i mistse v rozvytku ahropromyslovoho kompleksu derzhavy» z nahody 50-richchia ahrokhimichnoi sluzhby Ukrainy* [Proceeding of «Agrochemical Service of Ukraine: the role and place of agriculture in the country» on the occasion of the 50th anniversary of agrochemical service of Ukraine]. Kyiv: DU Derzhgruntokhorona Publ., pp. 60–63 (in Ukrainian).
7. Tykhonenko D.H., Horin M.O., Dehtiarov V.V. (2005). *Gruntoznavstvo* [Soil Science]. Kyiv: Vyshcha osvita Publ., 703 p. (in Ukrainian).
8. Tykhonenko D.H., Horin M.O., Dehtiarov V.V. (2010). *Grundy dolynnykh ekosystem Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy (naukovyi dorobok Dokuchaevskoi kafedry gruntoznavstva)* [Soils left bank valley ecosystems steppes of Ukraine (scientific achievements Dokuchaevsk Department of Soil Science)]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo: Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk «Okhoroni gruntiv — derzhavnu pidtrymku»*. [Interdepartmental thematic scientific collection: Agricultural Chemistry and Soil: «Soil protection — state support»]. Kharkiv: Kn. I, pp. pp. 151–163 (in Ukrainian).
9. Tykhonenko D.H., Horin M.O., Dehtiarov V.V. (2010). *Do problemy konservatsii dehradovanykh i maloproduktyvnykh zemel* [The problem of degraded and unproductive lands]. *Materialy mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii «Rehion—2010 stratehiia optimalnoho rozvytku»* [Proceeding of

- «Region 2010 optimal development strategy»]. Kharkiv, pp. 339–342 (in Ukrainian).
10. Dehtiarov V.V. (2011). *Humus chornozemiv Lisostepu i Stepu Ukrainy* [Humus black soil steppe and steppe Ukraine]. Kharkiv: Maidan Publ., 359 p. (in Ukrainian).
 11. Zarytskyi P.V., Tykhonenko D.H., Dehtiarov V.V., Horin M.O., Andreiev V.V. (2014). *Ahroheokhimichna syrovyna v nadrakh Ukrainy – perspektyvy silskohospodarskoho vykorystannia* [Agrogeology raw materials in the subsoil of Ukraine – the prospects of agricultural use]. *Zbirnyk naukovykh prac «Okhorona gruntiv»* [Scientific works «Protection of soil»]. Iss. 1, *Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Ahrokhimichna sluzhba Ukrainy: rol i mistse v rozvytku ahropromyslovoho kompleksu derzhavy» z nahody 50-richchia ahrokhimichnoi sluzhby Ukrainy* [Proceeding of «Agrochemical Service of Ukraine: the role and place of agriculture in the country» on the occasion of the 50th anniversary of agrochemical service of Ukraine]. Kyiv: DU Derzhgruntokhorona Publ., pp.12–18 (in Ukrainian).
 12. Tykhonenko D.H. (2013). *Ekolohichni paradyhmy i noosfera V.I. Vernadskoho* [Environmental paradigm and the noosphere Vernadsky]. *Visnyk KhNAU im. V.V. Dokuchaieva* [Bulletin KhAI named V.V. Dokuchaev]. Kharkiv, No. 1, pp. 5–8, Available at: visnukhnau.narod.ru (in Ukrainian).
 13. Tykhonenko D.H., Zarytskyi P.V., Matviishyna Zh.M., Zabaluiiev V.O., Horin M.O., Andreiev V.V. (2012). *Piznokainozoiskiyi gruntolithenez i fitorekultyvatsiia yak noosferna perspektyva* [Panathinaiki runtalya and floriculture as a noospheric perspective]. *Rekultivatsiia slozhnykh tekhnookosistem v novom tysyacheletii: noosfernyy aspekt: Materiali Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Proceeding of Reclamation tehnookosistem complex in the new millennium: noosphere aspect]. Dnepropetrovsk, pp. 60–64 (in Ukrainian).
 14. Tykhonenko D.H., Dehtiarov V.V., Horin M.O. (2016). *Do problemy monitorynhu gruntiv pryrodnykh ta ahrohennykh ekosystem: metodolohiia otsinky yakosti* [To the problem of soil monitoring of natural and agrogenic ecosystems: methodology of quality assessment]. *Dovidnyk khliboroba Ukrainy* [Handbook farmer Ukraine]. Kyiv, pp. 85–95 (in Ukrainian).
 15. Tykhonenko D.H., Horin M.O. (2014). *Grнты naselelykh punktiv: problemy klasyfikatsii, diahnozyky, kartohrafii, ekspertnykh otsinok* [Soils settlements: Issues of classification, diagnosis, mapping, expert assessments]. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk Ahrokhimiia i gruntoznavstvo* [Interdepartmental thematic scientific collection Agricultural Chemistry and Soil]. Kn. 2, *Gruntoznavstvo i melioratsiia gruntiv* [Soil Science and soil reclamation]. Kharkiv, pp. 84–87 (in Ukrainian).
 16. Tykhonenko D.H. (2010). *Ahrohenne gruntovorenna i klasyfikatsiia gruntiv* [Agroenergoinvest and classification of soils]. *Visnyk KhNAU im. V.V. Dokuchaieva* [Bulletin of KHNAU named V.V. Dokuchaev]. Kharkiv, No. 5, pp. 5–10. Available at: visnukhnau.narod.ru (in Ukrainian).
 17. Dobrovolskiy G.V., Nikitin Ye.D. (2006). *Ekologiya pochv. Uchenie ob ekologicheskikh funktsiyakh pochv* [Soil Ecology. The doctrine of the ecological functions of soil]. Moskva: Nauka Publ., 330 p. (in Russian).
 18. Dobrovolskiy G.V., Orlov D.S., Grishina L.A. (1983). *Printsipy i zadachi pochvennogo monitoringa Pochvovedenie* [Principles and objectives of the monitoring of soil]. No. 11, pp. 8–16 (in Russian).
 19. Zarytskyi P.V., Horin M.O., Andreiev V.V. (2013). *Liudyna yak bioheokhimichniy vidbytok landshaftnogo dovkillia (medyko-heolohichnyi aspekt)* [Man as an imprint landscape biogeochemical environment (medical and geological aspect)]. *Naukovi ta metodolohichni osnovy medychnoi heolohii: Materialy pershoi naukovo konferentsii* [Proceeding of Scientific and methodological foundations of medical geology]. Kyiv: PVNZ Instytut Tutkovskoho; VTs EkspoPlaza Publ., pp. 31–32 (in Ukrainian).
 20. Ridei N.M., Strokal V.P., Rybalko Yu.V. (2011). *Ekolohichna otsinka ahrobiotsenoziv: teoriia, metodyka, praktyka* [Environmental assessment agrobiocenosis: theory, methodology, practice]. Kherson: Oldi-Plus Publ., 567 p. (in Ukrainian).
 21. *Dokuchaev V.V. Nashi stepi prezhde i teper* [Our steppes before and now]. Moskva: Selkhozgiz Publ., 1953, 152 p. (in Russian).
 22. *V.V. Dokuchaev i sovremennoe pochvovedenie* [Dokuchaev and modern soil science]. Kharkov, 1994, 117 p. (in Russian).
 23. Tykhonenko D.H., Horin M.O. Marshrutamy V.V. (2009). *Dokuchaieva (navchalni ekspedytsii gruntoznavstv)* [Route Dokuchaev (educational expedition)]. *Naukovi doslidzhennia – teoriia ta eksperyment 2009: Materialy piatoi naukovo konferentsii* [Proceeding of Soil Research – theory and experiment 2009]. Poltava, pp. 78–88 (in Ukrainian).
 24. Travleev A.P. (1995). *Vernadskiy V.Y. i pochvovedenye* [Vernadsky V. I., soil science]. *Ekolohiia i noosferolohiia* [Ecology and noosferolohiya]. Vol. I, No. 1, 2, pp. 12–21 (in Ukrainian).
 25. Medvedev V.V. (2002). *Sostoyanie rabot po monitoringu pochv za rubezhom* [State Soil Monitoring abroad]. *Visnyk KhNAU* [Bulletin of KHNAU]. No. 2, pp. 7–15 (in Russian).
 26. Tykhonenko D.H., Horin M.O. (2013). *Problemy kartohrafuvannia urbanozemiv* [The problem of mapping urbanozem]. *Visnyk KhNAU im. V.V. Dokuchaieva: Seriya «Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiia gruntiv»* [Bulletin KhAI named V.V. Dokuchaev: A series of «Soil science, agricultural chemistry, agriculture, forestry, soil ecology»]. No. 2, pp. 5–11 (in Ukrainian).
 27. Sozinov O.O., Burda R.I., Tarariko Yu.O., Prydatko V.I., Shtepa Yu.M. (2004). *Ahrosfera yak providnyi faktor staloho rozvytku Ukrainy* [Agrosfera as a leading factor in the sustainable development of Ukraine]. *Visnyk aharnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science]. No. 10, pp. 5–13 (in Ukrainian).
 28. Tykhonenko D.H. (2015). *Istorychnyi narys kafedry gruntoznavstva Kharkivskoho natsionalnoho*

- ahramoho universytetu im. V.V. Dokuchaieva (1894–2015 rr.)* [Historical Review Department of Soil Science of the Kharkov National Agrarian University named V.V. Dokuchaev (1894-2015 bien-nium)]. Kharkiv: Maidan Publ., 60 p. (*in Ukrainian*).
29. Tykhonenko D.H. (2009). *Pro Kharkivsku shkolu gruntoznavstva* [Kharkiv School on Soil]. *Visnyk KhNAU im. V.V. Dokuchaieva: Ser. «Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo»* [Bulletin KhAI named Dokuchaev series «Soil science, agricultural chemistry, agriculture, forestry»]. Kharkiv, No. 3, pp. 6–7 (*in Ukrainian*).
30. Karpachevskiy L.O. (2005). *Ekologicheskoe pochvovvedenie* [Environmental soil science]. Moskva: GYeOS Publ., 336 p. (*in Russian*).

УДК 631:556.5:528.9

ГЕОМОДЕЛЮВАННЯ ВОДНО-ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У БАСЕЙНІ РІЧКИ ДНІПРО

В.І. Пічур

Херсонський державний аграрний університет

Наведено внутрішню структуру геоморфологічної системи та здійснено геоделювання водно-ерозійних процесів у басейні р. Дніпро. За результатами гідрологічного геоделювання виділено 776 суббасейнів IV–IX порядків та визначено сумарну довжину ерозійної мережі транскордонного басейну. Із використанням ГІС-технологій створено просторові растрові моделі розподілу значень чинників впливу на потенційну небезпеку ерозії ґрунтів, визначено оцінку ерозійної небезпеки із застосуванням модифікованої моделі RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation). Розраховано потенціал щорічних втрат родючого шару ґрунту з орних земель та наведено просторову градацію потенціалу ерозійного порушення різнопорядкових суббасейнів на території басейну р. Дніпро. Отримані результати водно-ерозійних процесів дають можливість визначити дискретно розподілені першочергові потреби впровадження адаптивно-ландшафтного протиерозійного проектування з елементами ґрунтозахисного землеробства на всій території транскордонного басейну Дніпра.

Ключові слова: водна ерозія, RUSLE, ерозійний потенціал опадів, еродованість ґрунту, чинник рельєфу, ерозійний індекс культур, річкові басейни, р. Дніпро, ГІС-технології, геоделювання.

Водна ерозія ґрунтів відноситься до найнебезпечніших деградаційних процесів, що завдають значних економічних та екологічних втрат. Винесення зі змитим ґрунтом гумусу і поживних речовин зумовлює погіршення його фізичних властивостей і зниження родючості, зниження на еродованих землях урожайності сільськогосподарських культур в середньому на 10–60% та збільшення витрат на їх агроделювання [1]. Крім того, поступово відбувається абсолютне зменшення обсягів земельних ресурсів, що є основним засобом виробництва в землеробстві.

Значний негативний вплив водної ерозії на всі компоненти ландшафтів проявля-

ється в басейні транскордонної р. Дніпро, що має площу 511 тис. га і розподілений у межах трьох держав: Російської Федерації – 19,8%, Республіки Білорусь – 22,9 і України – 57,3% від загальної площі басейну. Можливість розв'язання цієї проблеми визначається довгостроковою безпекою і ефективністю співробітництва цих країн.

Зарегулювання дніпровського стоку зумовило природно-антропогенне зростання акумулятивних процесів у річковій системі, в яких задіяні не тільки продукти ерозійного руйнування ґрунтів, а й агрохімікати, біогени, важкі метали та радіонукліди, що призвело до негативних наслідків – значного погіршення якісних характеристик річкових вод, евтрофікації водних об'єктів, замулювання водосховищ,