

УДК 631.4:574.4 (075.8)

**П.П. Надточій**

Д.С.-Г.Н.

**Т.М. Мислива**

К.С.-Г.Н.

Житомирський національний агроекологічний університет  
*Рецензент – член редколегії “Вісник ЖНАЕУ”, д.с.-г.н. Куян В.Г.*

## **ЕКОЛОГІЯ ҐРУНТУ ЯК НАУКОВИЙ НАПРЯМ У ҐРУНТОЗНАВСТВІ І ФАХОВА ДИСЦИПЛІНА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЕКОЛОГІВ**

*Узагальнені літературні дані щодо історії становлення нового наукового напрямку в ґрунтознавстві – екології ґрунту. Дано визначення поняття “екосистема ґрунту”, описані її властивості та найбільш актуальні проблеми, що пов’язані зі збереженням ґрунтового покриву. Обґрунтована необхідність уведення до навчального плану підготовки екологів освітньо-кваліфікаційного рівня “Магістр” фахової дисципліни “Екологія ґрунту”.*

### **Постановка проблеми**

Сучасний етап розвитку науки про ґрунт у зв’язку з прогресуючою екологічною кризою, що викликана антропогенним впливом на біосферу взагалі і ґрунтовий покрив зокрема, потребує ретельного аналізу досягнутого, чіткого розуміння ролі ґрунту в збереженні біорізноманітності нашої планети, в подальшому розвитку людської цивілізації та у забезпеченні її екологічно стабільного існування. Ґрунт як феномен планети є своєрідним природним тілом і заслуговує не меншої уваги, ніж океан чи космос, а тому потребує всебічного вивчення на більш високому екосистемному (анатомічному) рівні. Ще в кінці позаминуло століття В.В. Докучаєв зауважив, що зі всіх стихій природи (царств, компонентів) тільки ґрунт ніколи не шкодив людині, а навпаки – завжди годував її та зберігав навколишнє природне середовище. Адже, як справедливо зазначив засновник генетичного ґрунтознавства, лише ґрунт являє кращу й вищу чарівність природознавства, ядро справжньої натурфілософії, становить генетичний, віковий і завжди закономірний зв’язок між рослинним, тваринним і мінеральним царствами з одного боку та людиною, її побутом і навіть духовним світом – з іншого [20, 21].

З давніх часів турбота про підвищення родючості ґрунту – однієї з головних його функцій – була, є і залишається найважливішим завданням у житті людства. Ставлення людини до землі відображає рівень культури в суспільстві, еволюцію його виробничих і суспільних відносин. Вчені стверджують, що цивілізація розпочалася тоді, коли людина навчилася використовувати вогонь та знаряддя обробітку ґрунту. Зокрема, в Україні землеробська трипільська культура сягає далеко вглиб епохи міді та бронзи. Проте під впливом довготривалої госпо-

дарської діяльності людини відбуваються істотні, інколи незворотні, зміни в структурі та функціях екосистеми ґрунту. Особливо значних змін зазнає ґрунтова біота (жива речовина) та пов'язана з нею хімічна компонента [8]. Змінюються напрями і темпи міграції хімічних елементів, зміщуються зони їх винесення і накопичення [53]. У багатьох випадках це призводить до докорінних змін не лише в структурі елементарних процесів ґрунтоутворення, а й до часткової, а часом і повної втрати ґрунтом родючості, прояву явища ґрунтової. За історичний період існування людства під впливом його прямої та опосередкованої діяльності на нашій планеті втрачено біля 2,0 млрд га колишніх родючих ґрунтів, які перетворено на пустелю. Щорічно із сільськогосподарського обігу вилучається біля 8 млн га на інші господарські потреби і 7 млн га в результаті різних видів деградації ґрунтів – ерозії, забруднення, засолення тощо [48].

Україна є регіоном Європи, в якому навколишнє середовище найбільш трансформоване у всіх компонентах і проявах. Природа продовжує втрачати властиві їй доміанти і набуває ознак типового антропогенного, екологічно небезпечного середовища. Надмірна кількість підприємств видобувної та переробної промисловості зумовлює утворення величезної маси екологічно шкідливих відходів. Важкі й малопроникні для води ґрунти, порівняно невелика кількість опадів, дуже деформована гідрографічна мережа і вирубування лісів призводять до того, що промислові відходи й побічні продукти хімізації сільськогосподарства не виносяться за межі сільськогосподарських ландшафтів, не розпоршуються в процесі геологічного кругообігу, а концентруються в місцевих циклах, а звідки по трофічних ланцюгах потрапляють до організму людини [16, 23, 26]. Стає більш розімкненим малий біологічний колообіг елементів живлення рослин [33, 36, 37].

Особливу екологічну проблему спричинила аварія на ЧАЕС, що призвела до радіоактивного забруднення більш як 50 тис. км<sup>2</sup> території України, на якій було розташовано 2994 населені пункти, постраждало 26 млн осіб, у тому числі 1 млн дітей. Через високий рівень забруднення з користування вилучено 180 тис. га ріллі й 157 тис. га лісів [37].

Припинення широкомасштабної деградації природного середовища (передусім, ґрунту), основним чинником якої є екологічна недосконалість технологій вирощування сільськогосподарських культур і структури земельних угідь, а також інші антропогенні навантаження, потребує екологічного перегляду стратегії та тактики як ґрунтознавчої, так і землеробської наук.

Незважаючи на те, що окремі галузі знань (екологія, ґрунтознавство, землеробство, рослинництво) виникли і розвиваються самостійно кожна з них має свої величини, одиниці вимірювання, – всі вони вивчають одну й ту саму систему “рослина–ґрунт–добриво–погодно-кліматичні умови”; в кінцевому рахунку їх об'єднує єдиний предмет досліджень – продуктивність рослин і родючість ґрунтів. Остання не може виникати сама по собі стосовно ґрунту. Вона

є якістю конкретної екосистеми, що відтворюється в конкретних процесах і механізмах набуття ґрунтом відповідної структурної організації. Значна роль при цьому належить природним чинникам, що пов'язані із функціонуванням ґрунтової біоти, а також трансформаційним та міграційним механізмами абіотичного характеру.

Заснована В.В. Докучаєвим наука про ґрунт – ґрунтознавство, – яка тривалий час вважалась лише одним із напрямів сільськогосподарської науки, наразі все більше стверджується як самостійна галузь природознавства, що покликана вирішувати екологічні проблеми [16]. Як і інші науки, сучасне ґрунтознавство переживає складний період свого розвитку. Інтенсивні зміни в біосфері та її ґрунтовому покриві, на думку багатьох вчених [17, 18, 23, 26], висувають перед наукою про ґрунт необхідність вирішення ряду важливих завдань, а саме: зменшення дефіциту продовольства; припинення скорочення природних ресурсів біосфери; запобігання забрудненню навколишнього середовища, опустелюванню територій, проявам екологічної кризи та ін. У зв'язку із зазначеним, ґрунт слід вивчати не лише як об'єкт сільськогосподарського користування, але, в першу чергу, як найважливіший компонент природного середовища й одну з головних умов збереження життя на Землі.

А. Руеллан [43] справедливо зазначив, що наразі навіть далеко не всі ґрунтознавці, не говорячи про широкий загал суспільства, чітко не уявляють собі відповідь на запитання: “Що таке ґрунт, у чому його значення, яка його екологічна роль?”. Така ситуація, на думку автора, викликана нерозумінням фундаментальної ролі ґрунту в житті. Ця недооцінка пов'язана, насамперед, з гігантським дефіцитом інформації, недостатньою популяризацією ґрунтознавства, недоліками навчальних програм підготовки фахівців на всіх рівнях освіти.

### **Екологічна концепція в історичному розвитку ґрунтознавства і становлення його нового напрямку**

Вчені-класики з питань ґрунтознавства й агрохімії (В.В. Докучаєв, В.І. Вернадський, Б.А. Костичев, Н.М. Сибірцев, В.Р. Вільямс, Б.Б. Полинов, Д.М. Прянішніков, В.А. Ковда та ін.) розглядали ґрунт як самостійне природно-історичне тіло і надавали великого значення біологічним, біохімічним та біогеохімічним процесам, що відбуваються в ньому [19, 20, 26, 27, 40, 53]. Слід зазначити, що формування в науці екологічної концепції стосовно ґрунтового покриву розпочалося досить давно. В історичному аспекті це питання детально висвітлене в багатьох наукових працях [13, 14, 37]. В даній роботі ми розглянемо лише етап, що пов'язаний з діяльністю В.І. Вернадського й сучасними науковими досягненнями.

Загально визнаним є той факт, що В.І. Вернадський – творець нових наук (геохімії, біогеохімії, радіогеології, вчення про живу речовину і біосферу) – зробив великий внесок у розвиток мінералогії, кристалографії, геології, історії

науки і наукового світогляду. Проте лише небагатьом, навіть серед спеціалістів, відомо, що він від початку своєї наукової діяльності й протягом усього життя, вивчав проблеми ґрунтознавства та його екологічних аспектів. Дані ґрунтознавчі ідеї не лише зберегли актуальність, а й вирішальним чином впливають на розвиток цієї важливої галузі знань.

Початок трудової діяльності В.І. Вернадського пов'язаний із дослідженням ґрунтів. Ще з середини 80-х років XIX ст. він, учень В.В. Докучаєва, досліджував у складі знаменитих докучаєвських експедицій ґрунти Нижньоновгородської та Полтавської губерній. Величезною заслугою В.В. Докучаєва було те, що він визначив ґрунт як самостійне природно-історичне тіло. Співрозмірним з цим є досягнення В.І. Вернадського, який знайшов місце цьому тілу в системі сфер Землі, показав генетичний зв'язок ґрунту з іншими живими покривами планети, обґрунтувавши таким чином біосферне, загальнопланетарне значення ґрунтового покриву. Приймаючи за основу вчення В.В. Докучаєва про ґрунт, В.І. Вернадський показав, що в ґрунті під впливом живої речовини відбуваються процеси, які надають геологічному субстрату якісно нових властивостей, і ґрунт починає виконувати глобальну функцію підтримки певного режиму в біосфері.

В.І. Вернадський ще у 1914 році, аналізуючи стан вивченості питання про хімічний склад ґрунту, зазначив: "...все ясніше становиться нам значення ґрунту в біосфері – не лише як субстрату, на якому живе рослинність і тваринний світ, але і як частини біосфери, де найбільш інтенсивно відбуваються хімічні реакції, пов'язані з живою речовиною... Роль ґрунту в історії земної кори аж ніяк не відповідає тонкому шару, який він утворює на поверхні. Проте вона повною мірою відповідає тій громадній активній енергії, яка зібрана в живій речовині" [1].

До біогеохімії В.І. Вернадський прийшов значною мірою через ґрунтознавство. Ґрунт привернув увагу вченого як потужна природна біогеохімічна лабораторія природи. Визначення такого фундаментального поняття сучасної науки як жива речовина вперше було дано В.І. Вернадським у його праці "Про участь живої речовини у створенні ґрунту", що опублікована лише у 1986 р. [4]. Характерно, що ця праця написана у той час, коли питання про вплив живих організмів на ґрунтоутворення констатувалося лише у загальному вигляді.

В.І. Вернадський вперше за всю історію дослідження ґрунтів звернув увагу на специфічну геохімічну роль живої речовини в ґрунтоутворенні, яка традиційно розглядалася під кутом зору біохімії та гумусоутворення. Він визначив ґрунт не лише як продукт взаємодії між гірськими породами та організмами, а як систему цієї взаємодії, розкрив біогеохімічний механізм, що керує цією системою.

Спираючись на біогеохімічні закони, В.І. Вернадський з'ясував важливі напрями впливу живої речовини на ґрунт, створивши, по суті, програму майбутніх досліджень, які, на його думку, мали б проводитись у таких напрямках: а) роль живої речовини у формуванні фізичних та хімічних властивостей ґрунту; б) роль

живої речовини у формуванні ґрунтових компонентів; в) роль живої речовини в процесі концентрації та розсіювання хімічних елементів у ґрунті та ін.

Періодом найбільшої активності вивчення В.І. Вернадським проблем ґрунтознавства є останні три десятиліття його життя, які він присвятив дослідженню найбільшої з екосистем – біосфери. Учений показав, що хоча ґрунтовий покрив і є порівняно вузькою зоною біосфери, у ньому відбувається важливий процес поглинання сонячної енергії на Землі. Саме в ґрунті зароджуються біологічні явища, які визначають склад і шляхи міграції хімічних елементів атмосфери, літосфери та природних вод не лише в межах зазначеної вузької ґрунтової зони, а й поза нею [2].

В.І. Вернадський розробляв нові підходи до хімічного аналізу ґрунтів, які спираються на єдину логічну основу і дозволяють порівнювати ґрунти з іншими природними тілами – гірськими породами, природними водами, живою речовиною. Йому належить продуктивна ідея створення кларкових (середніх) величин вмісту елементів у ґрунтах та інших утвореннях. Усвідомлюючи важливість цих питань для майбутнього розвитку науки, він присвятив їм ряд праць і виступів на багатьох міжнародних конгресах і з'їздах [15].

Суттєві питання хімізму, біології та родючості ґрунтів, співвідношення між живою речовиною ґрунту і середовищем, тобто питання екології у широкому розумінні В.І. Вернадський розглядав також у процесі дослідження багатьох проблем геохімії, біогеохімії, геології, радіології тощо. Він був організатором перших експериментальних робіт з біогеохімії нижчих організмів не лише в тодішній нашій країні, а й у світі, опрацював методику експерименту з вивчення впливу діатомових водоростей на розкладання алюмосилікатів. Осмислення ним функцій живих організмів у ґрунтах призвело до уявлення про живу речовину як сукупність живих організмів-носіїв певної кількості хімічних елементів і зв'язаної з ними енергії. Проникнення живої речовини у природне середовище є її невід'ємною ознакою поряд з такими характеристиками, як маса, хімічний склад та енергія, що міститься в ній [3].

На основі постійного кругообігу речовин у природі формується якісно нове явище – біосфера. В.І. Вернадський вніс у це статичне уявлення елементи динаміки, об'єктивної кількісної та якісної міри. Він розкрив механізм формування біосфери, а ґрунт розглядав як частину біосфери, її продукт. Таким чином, В.В. Докучаєв, а пізніше і В.І. Вернадський активно сприяли формуванню екологічного світогляду в ґрунтознавстві.

М.І. Прасолов (1875–1954) [41] вперше із вчених колишнього Радянського Союзу запропонував виділяти екологію ґрунту в самостійний розділ ґрунтознавства. Основним питанням вважав наслідкову залежність ґрунтів та їх відношення до навколишнього середовища. Проте запропоноване поняття і необхідність виділення екології ґрунту в самостійний розділ ґрунтознавства спочатку не знайшли відгуку та розуміння серед ґрунтознавців. І лише з появою

першої, спеціально присвяченої цій проблемі монографії В.Р. Волобуєва [5], дещо пізніше якої були опубліковані й інші наукові роботи, що розвивали різні аспекти екології ґрунту [6, 7, 13, 19], відношення науковців до цього нового екологічного напрямку в ґрунтознавстві кардинально змінилося.

Варто зазначити, що В.Р. Волобуєв обґрунтував самостійність екології ґрунту як вчення про закономірності взаємовідносин між ґрунтом і елементами середовища, що беруть участь у його формуванні (гірською породою, організмами, кліматом, рельєфом і виробничою діяльністю людини) [5]. Ним запропоновані й обґрунтовані основні положення та методи екології ґрунту, на основі яких виявлені й описані закономірності в системі “фактор ґрунтоутворення–ґрунти”, розроблена гідротермічна система зв’язку ґрунтів з кліматом, виділені термо- і гідроряди з відповідними градаціями тепла і вологості, дано термодинамічне обґрунтування співвідношень ґрунт–рослина–клімат, а також розроблений новий напрям в рамках вчення про екологію ґрунту – “Енергетика ґрунтоутворення” [7], запропонована оригінальна система ґрунтів світу [6]. Близькі до ідей В.Р. Волобуєва погляди мав також і Е. Евальд [54]. На його думку, екологія ґрунту повинна розглядатися як розділ, що рівноправний вченню про генезис ґрунтів, основним завданням якого повинно бути розроблення моделей потоків речовини та енергії між сучасними різновидами ґрунтів й їх середовищем.

Дещо пізніше І.А. Соколов [44] запропонував розглядати “Екологію ґрунту” як самостійний розділ теоретичного генетичного ґрунтознавства. Зазначений розділ, на думку автора, повинен включати вчення про розповсюдження ґрунтів не в реальному географічному, а в абстрактному багатовимірному координатному просторі, де за координати може виступати будь-яке поєднання чинників ґрунтоутворення або окремих їх характеристик. При цьому, дослідження повинні бути проміжною ланкою між вченням про генезис і географію ґрунтів. В рамках екології ґрунту ним запропонований певний понятійно-термінологічний апарат (екологічний простір, екологічне поле, екологічна ніша, екологічний ареал, сенсорність ґрунтів), а також система методів, принципів та законів екології ґрунту.

В науковій літературі наявна ціла серія додаткових публікацій щодо досліджуваного питання, детальний аналіз якої проведений М.І. Дергачовою [13, 14].

Систематизація та узагальнення знань про різноманітність функцій ґрунтового покриву дали можливість вченим Росії [7, 19, 24, 25, 48] розвинути новий функціонально-екосистемний напрям в ґрунтознавстві, де показана незамінна екологічна роль ґрунтів в біосфері й життєдіяльності людини, а тому екологічні функції ґрунтів повинні бути предметом безпосереднього вивчення.

Іншої точки зору щодо екології ґрунту як наукового напрямку дотримується М.І. Дергачова [13, 14]. Вона приходить до висновку, що екологія ґрунту як наука знаходиться лише на стадії становлення й пропонує виділити її в окремий розділ біосферного класу наук. Об’єктом дослідження повинен бути ґрунт як

екологічна система, а предметом – закони його структурно-функціональної організації, закономірності та зв'язки з навколишнім середовищем, що являють собою обмін речовиною та енергією. При цьому методологічною основою на даному етапі слід вважати розробки В.Р. Волобуєва [5–7], А.І. Соколова [44], а також матеріали і підходи Л.О. Карпачевського [24, 25], А.А. Титлянової [49, 50] та інших учених-екологів.

Протягом останнього півстоліття значний обсяг робіт з моделювання екологічних процесів, дослідження біогеохімічної циклічності речовин у ґрунті виконані в Інституті ґрунтознавства та фотосинтезу РАН [27–30].

Основні напрями розвитку екології ґрунту певною мірою визначені й класиками українського вітчизняного ґрунтознавства, насамперед Г.М. Висоцьким, К.Д. Глінкою, Д. Г. Віленським, О.Н. Соколовським та ін. [32, 40, 45].

Значний внесок у становлення екологічної парадигми сучасного ґрунтознавства зробили також видатні вчені-представники суміжних наук. Так П.С. Погребняк (1900–1976) розробив “Едафічну сітку” рослинних угруповань, що показує вплив кількісної зміни вологості та хімічного складу ґрунту на склад і продуктивність природних ценозів [39].

Важливе значення для розвитку екології ґрунту і методів його дослідження мають праці А.М. Гродзинського (1926–1988 рр.) про вплив ґрунтово-алелопатичних факторів на життя рослинних ценозів, з'ясування екскреторної функції рослин і мікроорганізмів у формуванні екологічних умов ґрунтового середовища [11]. Д.М. Гродзинський вперше і з випередженням часу (з огляду на чорнобильські події) дослідив природну радіоактивність ґрунтів і рослин України [12].

Співробітники ННЦ “ІГА ім. О.Н. Соколовського” займаються комплексними питаннями родючості та ґрунтового моніторингу [32, 34, 44]. Багато фундаментальних праць про гумусовий стан і фізико-хімічні властивості ґрунтів створили вчені Харківського аграрного університету ім. В.В. Докучаєва Н.І. Лактіонов, Д.Г. Тихоненко та ін. [31, 51, 52].

Вчені Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України опублікували цікаву з екологічної точки зору монографію “Геохімія важких металів у ґрунтах України” [22], де узагальнили результати досліджень стосовно геохімії важких металів в основних типах ґрунтів України. Рекомендується оцінку ступеня забрудненості ґрунтів і виділення територій з підвищеним екологічним ризиком проводити за рухомими формами елементів визначником умов рівноваги в системі ґрунт–ґрунтовий розчин–рослини. Запропоновані також принципово нові підходи до проведення еколого-геохімічного картографування ґрунтів. Автори отримали цікаві дані за результатами аналітичних досліджень з використанням термодинамічного аналізу і математичного моделювання, що дозволило їм установити основні форми міграції важких металів з органічними і неорганічними компонентами ґрунтових розчинів.

На наш погляд, заслуговує на увагу наукова робота К.М. Горохової [10], в якій в історичному аспекті з філологічної точки зору розглядається терміносистема “екологія ґрунту” англійською та російською мовами. Автори статті поділяють твердження стосовно узагальненого визначення цього наукового терміну. Отже, “Екологія ґрунту – це галузь знань, яка охоплює вивчення використання природних ресурсів і розвиток трудових процесів, раціональне землекористування і ведення сільського господарства, що обумовлює накопичення матеріальних благ в суспільстві...”. “Як галузь знань екологія ґрунту розглядає закономірності функціональних зв’язків ґрунту з навколишнім середовищем. З екологічних позицій вивчаються ґрунтоутворні процеси, процеси накопичення рослинних речовин і гумусоутворення. Прикладне значення екологічного ґрунтознавства зводиться до розробки заходів з раціонального використання земельних ресурсів”.

З екологічної точки зору, ґрунтовий покрив, як окремий живий покрив Землі, складається з екосистем різного рангу. Для з’ясування його екологічної структури потрібно, на наш погляд, користуватися конкретно таксономічною одиницею, яка, будучи його однорідним і типовим представником, могла б бути основою вивчення та порівняння ґрунтового покриву з іншими аналогічними одиницями. Ця одиниця повинна мати найменший об’єм, щоб забезпечити основну умову – порівняність її змін у часі. В ряді суміжних з ґрунтознавством наук, що досліджують живі покриви Землі, такою найменшою (елементарною) одиницею є: фація, елементарний ландшафт, геосистема – у фізичній географії; рослинна асоціація – у геоботаніці; біогеоценоз – у біогеоценології; екотоп, біотоп – в екології. Останнім часом типологічна класифікація живих покривів Землі дедалі більше ґрунтується на екосистемах [46, 47]. Міжнародний Паризький симпозіум (1970 р.), що був присвячений питанням екології ґрунту, також рекомендував здійснити паралелізацію таксонів ґрунтознавства та екології.

Розглянемо тепер, які елементи таксономічної одиниці ґрунтознавства довелося б “паралелізувати”. Кожен тип екосистеми характеризується власним обміном речовин та енергії. Численні дослідження свідчать про те, що наземним екосистемам не властиві повністю замкнені, абсолютно збалансовані кругообіги. У багатьох випадках відхилення від циклів, лінійні відгалуження і глухі кути є більш істотними факторами формування екосистем. Відповідно актуальними є й відхилення від циклічної форми руху–розвитку, що супроводжуються підвищенням родючості ґрунту. З огляду на це, результати досліджень обміну речовин у різних екосистемах використовуються для вдосконалення існуючих та розробки нових агротехнічних заходів вирощування певних культур. Зокрема, стосовно лісових екосистем ці питання з достатньою повнотою розроблені лісівничо-екологічною школою П.С. Погребняка [35, 36, 39].



Як показують численні ґрунтово-екологічні дослідження, найбільше критерію екосистеми за названими функціональними параметрами відповідає таксономічна одиниця, що характеризує тип ґрунту. Адже у типолого-генетичному сенсі тип ґрунту характеризується однотипністю: 1) трансформації органічної та мінеральної речовини; 2) процесу міграції–акумуляції речовин у ґрунтовому профілі; 3) будови ґрунтового профілю; 4) практичних заходів щодо регулювання родючості ґрунту.

Автономність розвитку та функціонування екосистеми ґрунту може виявлятися також і на нижчих таксономічних рівнях, зокрема на родовому і на рівні різновиду ґрунту, якщо останні мають достатню площу виявлення. Це зумовлюється тим, що родовий таксономічний рівень виділяється за ознаками, які здебільшого поряд з хімічними мають і так званий біологічний відгук, і ідентифікується засобами біоіндикації [8].

Отже, *екосистему ґрунту* слід розглядати як особливу органо-мінеральну відкриту систему з високим рівнем організації, складною структурою та відношенням взаємної обумовленості між компонентами (біотичними та абіотичними), з тісно пов'язаними обмінними енергетичними та матеріальними процесами, що підпорядковані важливій закономірності – функціонування живої речовини та забезпечення умов для функціонування біорізноманітності.

Порівняно з поняттям агроекосистеми, екосистема ґрунту має одну істотну особливість – у ґрунті неістотними є продуценти, оскільки серед них лише водорості й ціанобактерії є фотосинтезуючими організмами.

Автономність розвитку екосистеми ґрунту виявляється на різних рівнях організації ґрунтового профілю в особливостях і напрямі хімічних та біохімічних процесів. Постійність, неперервність існування, продуктивність екосистеми ґрунту визначаються її стабільним положенням у системі екологічних ординат трофності та вологості.

В сучасних екологічних умовах важливого методологічного значення набуває положення про незамінність ґрунтової екосистеми як загальнопланетарного акумулятора й розподільника біологічнозв'язаної енергії та депо біологічних елементів.

Найбільш характерними властивостями екосистеми ґрунту, як відкритої системи є такі:

- відносна довільність меж, через які вводяться та виводяться речовина й енергія;
- наявність широкого різноманіття трофічних шляхів для перенесення й перетворення енергії, що пов'язані з речовинним складом;
- перемішування комплексу речовин системи з часом та зміна їх фізичних і фізико-хімічних властивостей у результаті проходження хімічних і біохімічних реакцій;

- прагнення екосистеми ґрунту з плином часу досягти динамічної рівноваги чи стійкого стану, при якому швидкість матеріальних та енергетичних надходжень дорівнює швидкості їх витрат;

- накопичення енергії та речовин зростає (знижується), коли швидкість потоку і кругообігу енергії та речовин в системі збільшується (зменшується);

- наявність різноманіття форм живої речовини й умов для проведення конкурентної боротьби за існування між окремими її видами;

- неперервність й дискретність, що обумовлює, з одного боку, взаємопроникнення компонентів потоками речовин та енергії, з іншого – прояв процесів їх диференціації;

- намагання екосистеми ґрунту при зміні швидкості матеріальних та енергетичних надходжень досягти в своєму розвитку нової динамічної рівноваги. Період зміни, що необхідний для оновлення нового стану рівноваги, є перехідним станом, а час, що витрачений на досягнення нової динамічної рівноваги, залежить від трьох складових стійкості екосистеми структурно-стаціонарної, функціонально-динамічної та буферності;

- залежність накопичення енергії (органічної речовини) в межах екосистеми ґрунту при даних потоках її надходження від енергетичної ємності, що має протилежний характер: чим вища здатність до накопичення, тим нижча чутливість системи;

- зрілість екосистеми ґрунту, а отже – й її стійкість, визначається кількістю кілець трофічних ланцюгів, по яких рухається енергія та елементи живлення, а також ступенем буферної ємності ґрунту в межах як кислотного, так і лужного інтервалів;

- здатність накопичувати, зберігати і відтворювати інформацію в ході своєї еволюції (володіти різними системами пам'яті: пам'ять "косного" тіла – неживої складової екосистеми, генетична пам'ять живої речовини, екосистемна пам'ять);

- наявність інформаційного обміну, що проявляється у функціонуванні біологічного блоку.

Автономність розвитку і функціонування екосистеми ґрунту може проявлятися на різних рівнях таксономічних ґрунтових угруповань – від розрядного до типового.

Продукційний процес (енергетична взаємодія живої речовини з мінеральною частиною ґрунту) складають одну з найважливіших ланок у механізмі функціонування ґрунтової екосистеми, що виражається в малому біологічному кругообігу речовин.

Тому виділення екології ґрунту в самостійну дисципліну, що має свою методологію, предмет дослідження і завдання в галузі практичного землеробства, охорони та збереження ґрунтів, є цілком закономірним.

Вченими розроблена система методів вивчення складного процесу функціонування екосистеми ґрунту, яка враховує досягнення біології, хімії, фізики, кібернетики та інших наук. Вона містить: порівняльно-екологічний метод, що передбачає порівняльне вивчення екосистеми ґрунту в нерозривному зв'язку з факторами ґрунтоутворення (властивостями і складом ґрунтової біоти з одного боку, та сукупністю факторів ґрунтоутворення – з іншого); порівняльно-аналітичний – дозволяє через використання системи хімічних, фізико-хімічних та інших методів аналізу ґрунтового зразка робити висновки про властивості абіотичної складової. Проте основними у вивченні екології ґрунту є біологічні методи, за допомогою яких досліджують ґрунт як живий організм. Майбутній еколог-ґрунтознавець повинен досконало володіти також методами системного аналізу й математичного моделювання.

### **Екологія ґрунту – фахова дисципліна у підготовці екологів**

Будучи складною, поліфункціональною, відкритою і динамічною системою, екосистема ґрунту має певну стійкість до техногенного й антропогенного впливів. За даними вчених, деякі ґрунтові екосистеми в Україні вже перебувають на межі незворотних змін. Найчіткіше це простежується насамперед у зміні ґрунтової біоти. Відновлення деградованих земель є досить складним, а в деяких випадках – неможливим процесом. Навіть найбільш вдала рекультивация ґрунтів супроводжується значною (40–60 %) втратою їх природної родючості [23, 37, 38].

В зв'язку з обмеженістю площ ґрунтів на нашій планеті, першочерговим завданням ґрунтознавців і екологів на найближчу перспективу залишається подальший захист ґрунтового покриву від прояву різних видів деградації й, особливо, обумовлених антропогенною діяльністю, що пов'язано не стільки з потребою виробництва екологічно безпечних продуктів харчування, скільки із необхідністю забезпечення сприятливого екологічного середовища для існуючого біорізноманіття і, насамперед, для людини.

В кінцевому рахунку вирішення завдань збереження та охорони ґрунтового покриву шляхом екологізації аграрного землекористування сприятиме забезпеченню національної безпеки.

В останню чверть століття чітко простежується тенденція до скорочення досліджень щодо польових спостережень за ґрунтовым покривом.

Наразі ґрунтове середовище в Україні для широкого загалу спільноти, за виключенням невеликої кількості спеціалістів, є досить вузьким і нецікавим, порівняно з іншими складовими навколишнього природного середовища (рослинний і тваринний світ, моря і океани, гірські породи тощо). Справедливо зазначив А. Руеллан [43], що в свідомості переважної більшості людей погляд в глибину ґрунтового профілю асоціюється, насамперед, зі смертю і похованням, а не з життям, яке насправді дарує нам це унікальне біокосне тіло природи.

На жаль, вивченню ґрунтознавства сьогодні, на відміну від другої половини минулого століття, не приділяється належної уваги, у тому числі й при підготовці фахівців у вищих навчальних закладах системи Мінагрополітики України.

За таких умов екологія ґрунту повинна стати не лише одним з важливих напрямів сучасного ґрунтознавства, а і фаховою дисципліною для підготовки ґрунтознавців та екологів. Її основним завданням має бути дослідження екологічних процесів і явищ, що відбуваються в ґрунті, між організмами, які його населяють, та організмами і ґрунтом. Ці процеси пов'язані з ґрунтовою родючістю та здатністю до самовідновлення. Завданням екології ґрунту є й дослідження прихованих, на перший погляд, механізмів взаємодії між вищими рослинами, мікроорганізмами і тваринним світом, а також навколишнім середовищем.

Незважаючи на широкий розвиток досліджень у галузі фізики, хімії, біології ґрунту, в Україні лише в 1997 році за сприяння Міжнародного фонду “Відродження” видавництвом “Аграрна наука” була опублікована колективна монографія “Екологія ґрунту та його забруднення” [37], в якій автори зробили спробу відобразити досягнутий рівень екологічних знань у ґрунтознавстві на кінець ХХ століття. Під такою назвою на той час були відомі лише англomовне видання Б. Річардса [55], російськомовні – В.Р. Волобуєва [5] та “Екологічне ґрунтознавство” Л.О. Карпачевського [24], що були видані у 60–90-х роках минулого століття й на сьогодні стали бібліографічною рідкістю.

Прошло вже більше 12 років з часу опублікування зазначеної монографії, протягом яких наукова і навчально-методична література поповнилися кількома фундаментальними монографіями, підручниками і посібниками з питань екології ґрунту [9, 19, 25, 48]. На особливу увагу заслуговує підручник Г.В. Добровольського та Е.Д. Нікітіна “Екологія ґрунту” [19], в якому викладені основи нового інтегрального міждисциплінарного напрямку, що об'єднує вчення про фактори ґрунтоутворення та екологічні функції ґрунтів, а також раціональне використання і охорону ґрунтового покриву як незамінного компонента біосфери. Автори різнобічно охарактеризували біогеоценотичні та глобальні ґрунтові екофункції – гідросферні, атмосферні, літосферні, загальнобіосферні, етносферні. Ними висвітлений сучасний стан ґрунтових ресурсів і принципи їх раціонального, екологічнобезпечного використання з урахуванням збереження біологічного та ґрунтового різноманіття, надана інформація щодо правових аспектів охорони ґрунтів біосфери як умови подальшого розвитку земної цивілізації.

Загально відомо, що успішне існування і розвиток ґрунтознавчої науки можливий за умови опанування широким загалом суспільства і, насамперед, молоддю її основних положень. Для цього, безумовно, вона повинна вміти відповідати на запити і виклики часу.

Екологія ґрунту як наука і, разом з тим, навчальна дисципліна вже розпочала своє самостійне існування. Адже вона здатна розвивати самостійні, незалежні від

інших наук і від можливих практичних результатів дослідження. Фундаментальні науки – ґрунтознавство та екологія – дали поштовх і сформували базис для розвитку самостійного наукового напрямку – екологія ґрунту.

Метою дисципліни “Екологія ґрунту” є пізнання, а отже і вивчення екологічних функцій та значення екосистеми ґрунту в минулій, сучасній та майбутній еволюції біологічного різноманіття.

Нерозуміння екологічних процесів, що мають місце в природній екосистемі ґрунту, як правило, призводить до помилок стосовно раціонального використання матеріальних та енергетичних ресурсів в агроекосистемі. Для оцінки такої екологічної функції як родючість, в першу чергу, слід вивчити потоки речовин та енергії між різними організмами, а також між організмами і навколишнім середовищем. Важливою додатковою інформацією є дані про активність метаболізму ґрунтової екосистеми.

Екологія ґрунту як фахова дисципліна для підготовки ґрунтознавців, екологів і агрохіміків викладається в МДУ ім. М.В. Ломоносова, Воронежському державному університеті, Московському сільськогосподарському університеті – ТСГА (Російська Федерація). В Україні екологічне ґрунтознавство як окремий курс викладається в Національному університеті біоресурсів і природокористування, Харківському національному аграрному університеті та інших вузах системи Мінагрополітики. З 2005 року і в Житомирському національному агроекологічному університеті при підготовці фахівців за напрямом 0708 «Екологія» у навчальні плани введено дисципліну “Екологія ґрунту”, на вивчення якої відведено 1 кредит часу, що, без сумніву, є позитивним кроком, який відповідає сучасним вимогам.

Авторами статті доповнено зміст і структуру, зроблено перевидання монографії “Екологія ґрунту та його забруднення”, в якій здійснена спроба максимально врахувати сучасний стан розвитку цього розділу ґрунтознавства, а також вимоги до екологічної освіти і практичної діяльності спеціаліста-аграрника. Адже поряд з такою функцією ґрунту, як родючість, досить важливою на сьогодні є й інша його екологічна функція – перетворення та утилізація антропогенних відходів, а також відходів життєдіяльності рослин і тварин у нове джерело речовин та енергії і тому особлива увага приділена факторам негативного антропогенного впливу на екосистему ґрунту, зокрема радіаційному забрудненню внаслідок аварії на ЧАЕС.

Окремими розділами у книзі представлено ґрунтово-екологічний моніторинг, моделювання ґрунтово-екологічної системи, екологічні системи землеробства.

Підсумуючи сказане вище, хотілося б наголосити на необхідності організації підготовки висококваліфікованих фахівців – екологів та агроекологів – на динамічній основі з урахуванням сучасних потреб практики, на базі найновітніших досягнень екологічної та аграрної наук.

---

---

## Література

1. *Вернадский В.И.* Избранные сочинения / *В.И. Вернадский.* – Т. V. – М. : Изд-во АН СССР, 1960. – С. 304.
2. *Вернадский В.И.* Биосфера и ноосфера / *В.И. Вернадский.* – М. : Наука, 1989. – 261 с.
3. *Вернадский В.И.* Живое вещество / *В.И. Вернадский.* – М. : Наука, 1978. – 353 с.
4. *Вернадский В.И.* Об участии живого вещества в создании почв / *В.И. Вернадский, К.М. Сытник, Е.М. Апанович, С.М. Стойко* // Жизнь и деятельность на Украине. – К. : Наукова думка, 1988.
5. *Волобуев В.Р.* Экология почв (Очерки) / *В.Р. Волобуев.* – Баку : Изд-во АН АзССР, 1963.
6. *Волобуев В.Р.* Система почв мира / *В.Р. Волобуев.* – Баку, 1973.
7. *Волобуев В.Р.* Введение в энергетику почвообразования / *В.Р. Волобуев.* – М., 1974.
8. *Гиляров М.С.* Экологический метод диагностики почв / *М.С. Гиляров.* – М. : Наука, 1965.
9. *Горін М.О.* Екологічне ґрунтознавство : тексти лекцій / *М.О. Горін.* – ХНАУ, 2005. – 104 с.
10. *Горохова Е.М.* Особенности становления темносистемы “экология почвы” в английском и русском языках : автореф. дис. ... канд. филол. наук. – М., 2007. – 24 с.
11. *Гродзинский А.М.* Аллелопатическое почвоутомление / *А.М. Гродзинский.* – К. : Наук. думка, 1979.
12. *Гродзинский Д.М.* Естественная радиоактивность почв и растений / *Д.М. Гродзинский.* – К. : Наук. думка, 1965.
13. *Дергачева М.И.* Экология почв: итоги, проблемы, перспективы / *М.И. Дергачева* // Известия Уральского государственного университета. – 2002. – № 23. – С. 53–61.
14. *Дергачева М.И.* Экология почв: становление новой науки биосферного класса / *М.И. Дергачева* // Сибирский экологический журнал. – 2009. – № 1. – С. 143–150.
15. *Добровольский Г.В.* Знаменательное событие в истории естествознания XX века (К 80-летию выхода в свет монографии В.И. Вернадского “Биосфера” // Доклады по экологическому почвоведению. – 2006. – № 3. – Вып. 3. – С. 1–25.
16. *Добровольский Г.В.* Деградация почв – тихий кризис планеты / *Г.В. Добровольский, Г.С. Куст* // Природа. – 1996. – № 10. – С. 53–63.
17. *Добровольский Г.В.* Функции почв в биосфере и экосистемах (Экологическое значение почв) / *Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин.* – М. : Наука, 1990. – 261 с.
18. *Добровольский Г.В.* Экологические функции почв / *Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин.* – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 136 с.

19. *Добровольский Г.В.* Экология почв / *Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин.* – М. : Изд-во МГУ, 2006. – 476 с.
20. *Докучаев В.В.* Русский чернозем / *В.В. Докучаев.* – Т. III. – М.–Л. : Изд-во АН СССР, 1949. – 312 с.
21. *Докучаев В.В.* Наши степи прежде и теперь / *В.В. Докучаев.* – Т. VI. – М.–Л. : Изд-во АН СССР, 1951. – 256 с.
22. *Жовинский Э.Я.* Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / *Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева.* – К. : Наук. думка, 2002. – 214 с.
23. *Злобин Ю.А.* Агроэкология: круг проблем и перспективы / *Ю.А. Злобин, Б.М. Миркин* // Биологические науки. – 1992. – № 1. – С. 5–18.
24. *Карпачевский Л.О.* Экологическое почвоведение / *Л.О. Карпачевский.* – М. : Изд-во МГУ, 1993. – 184 с.
25. *Карпачевский Л.О.* Экологическое почвоведение / *Л.О. Карпачевский.* – М. : ГЕОС, 2005. – 336 с.
26. *Кирюшин В.И.* Экологизация земледелия и техническая политика / *В.И. Кирюшин.* – М. : Изд-во ТСХА, 2000. – 473 с.
27. *Ковда В.А.* Основы учения о почвах / *В.А. Ковда.* – М. : Наука, 1973. – Т. 1–2.
28. *Ковда В.А.* Живое вещество, биосфера и почвенный покров планеты / *В.А. Ковда* // Почвоведение. – 1991. – № 6. – С. 5–14.
29. *Ковда В.А.* Биогеохимия почвенного покрова / *В.А. Ковда.* – М. : Наука, 1985. – 262 с.
30. *Корженцев А.С.* О разработке экологической концепции в почвоведении / *А.С. Корженцев* // Почвоведение. – 1995. – № 7.
31. *Лактионов Н.И.* Роль обменных катионов в поглощении гумуса почвами : лекция / *Н.И. Лактионов.* – Харьков, 1983. – 28 с.
32. *Крупский Н.К.* Почвенный покров УССР и его использование / *Н.К. Крупский* // Агрохимическая характеристика почв СССР. Украинская ССР. – М. : Наука, 1973. – С. 7–58.
33. *Медведев В.В.* Мониторинг почв Украины / *В.В. Медведев.* – Харьков : Антиква, 2002. – 428 с.
34. *Медведев В.В.* Бонитировка и качественная оценка пахотных земель Украины / *В.В. Медведев, И.В. Плиско.* – Харьков : Изд-во «13типография», 2006. – 386 с.
35. *Мякушко В.К.* Экология сосновых лесов / *В.К. Мякушко, Ф.В. Вольвач, П.Г. Плюта.* – К. : Урожай, 1989. – 46 с.
36. *М'якушко В.К.* Сільськогосподарська екологія / *В.К. М'якушко, Д.О. Мельничук, Ф.В. Вольвач.* – К. : Урожай, 1992.
37. *Надточій П.П.* Екологія ґрунту та його забруднення / *П.П. Надточій, Ф.В. Вольвач, В.Г. Гермашенко.* – К. : Аграрна наука, 1997. – 286 с.
38. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні за 2004 р.
39. *Погребняк П.С.* Достижения и задачи лесного почвоведения в области плодородия / *П.С. Погребняк* // Изв. АН СССР. – 1956. – № 5. – С. 118.

40. *Полынов Б.Б.* Избр. тр. / *Б.Б. Полынов*; под. ред. И.В. Тюрина, А.А. Саукова. – М. : Изд-во АН СССР, 1956.
41. *Прасолов Л.И.* Генезис, география и картография почв / *Л.И. Прасолов*. – М. : Наука, 1978.
42. *Розанов А.Б.* Экологические последствия антропогенных изменений почв / *А.Б. Розанов, Б.Г. Розанов*. – М. : ВИНТИ, 1990.
43. *Руэллан А.* О научных основах почвоведения / *А. Руэллан* // Почвоведение. – 1997. – № 4. – С. 405–408.
44. *Соколов И.А.* Теоретические проблемы генетического почвоведения / *И.А. Соколов*. – Новосибирск, 1993. – С. 5–184.
45. *Соколовский А.Н.* Почвоведение и агрохимия / *А.Н. Соколовский*. – К., 1971. – 368 с.
46. *Сочава В.Б.* Геотопология как раздел учения о геосистемах / *В.Б. Сочава* // Топологические аспекты учения о геосистемах. – Новосибирск : Наука СО, 1974.
47. *Сукачев В.Н.* Соотношение понятий биогеоценоз, экосистема и фация / *В.Н. Сукачев* // Почвоведение. – 1960. – № 6. – С. 6.
48. Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере / *Г.В. Добровольский, И.П. Бабьева, Л.Г. Богатырев и др.* ; отв. ред. *Г.В. Добровольский*. – М. : Наука, 2003. – 364 с.
49. *Титлянова А.А.* Режимы биологического круговорота / *А.А. Титлянова, М.И. Тесаржева*. – Новосибирск : Наука. Сибирское отделение, 1991. – 150 с.
50. *Титлянова А.А.* Продукционный процесс в агроценозах / *А.А. Титлянова, Н.А. Тихомирова, Н.Г. Шатохина*. – Новосибирск : Наука. Сибирское отделение, 1982. – 184 с.
51. *Тихоненко Д.Г.* Історико-термінологічний погляд на класичну спадщину (інформаційне осмислення фундаментальних категорій ґрунтознавства та суміжних дисциплін до 120-х роковин праці „Руський чорнозем” та експедиції В.В. Докучаєва / *Д.Г. Тихоненко, М.О. Горін* // Вісник ХНАУ. – 2003. – № 1.
52. *Тихоненко Д.Г.* Ноосферологія – наука про виживання та майбутнє людства / *Д.Г. Тихоненко* // Вісник ХНАУ. – 1999. – № 1.
53. *Фокин А.Д.* Почва, биосфера и жизнь на Земле / *А.Д. Фокин*. – М. : Наука, 1986.
54. *Эвальд Э.* О взаимоотношении исследований в области генезиса и экологии почв (на примере изучения органического вещества) / *Э. Эвальд* // Почвоведение. – 1972. – № 2.
55. *Richards B. N.* Introduction to the soil ecosystem / *B.N. Richards* – London, 1974. – 330 p.