

УДК 504+550+551+552+624

Наведено результати геологічних, стратиграфічних, палеонтологічних, гідрогеологічних, геофізичних та геоінформаційних досліджень.

Для викладачів, наукових співробітників, аспірантів і студентів.

Видання індексується в наукометричних базах даних Web of Science, Academic Resource Index ResearchBib та Google Scholar.

Published are the results of geological, stratigraphic, paleontological, hydrogeological, geophysical and geoinformation research.

For scientists, professors, graduate and postgraduate students.

Journal is indexed in Web of Science, Academic Resource Index ResearchBib and Google Scholar.

Приведены результаты геологических, стратиграфических, палеонтологических, гидрогеологических, геофизических и геоинформационных исследований.

Для преподавателей, научных сотрудников, аспирантов и студентов.

Издание индексируется в наукометрических базах данных Web of Science, Academic Resource Index ResearchBib и Google Scholar.

Відповідальний за випуск О.І. Меньшов

**ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР****РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

В.А. Михайлов, д-р геол. наук, проф.

І.М. Безродна, канд. геол. наук, ст. наук. співроб. (заст. голов. ред.); О.І. Меньшов, д-р геол. наук (відп. секр.); В.Г. Бахмутов, д-р геол. наук, ст. наук. співроб.; С.А. Вижва, д-р геол. наук, проф.; З.О. Вижва, д-р фіз.-мат. наук, проф.; В.М. Гулій, д-р геол. наук, проф.; О.В. Дубина, д-р геол. наук, В.М. Загнітко, д-р геол.-мінералог. наук, проф.; В.І. Зацерковний, д-р техн. наук, проф.; О.М. Іванік, д-р геол. наук, проф.; О.М. Карпенко, д-р геол. наук, проф.; М.М. Коржнев, д-р геол.-мінералог. наук, проф.; І.М. Корчагін, д-р фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.; О.Є. Кошляков, д-р геол. наук, проф.; В.Г. Лоцицький, д-р фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.; Б.П. Маслов, д-р фіз.-мат. наук, проф.; О.В. Митрохин, д-р геол. наук, проф.; П.О. Міненко, д-р фіз.-мат. наук, проф.; Г.П. Міліневський, д-р фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.; В.А. Нестеровський, д-р геол. наук, проф.; В.В. Огар, д-р геол. наук, проф.; М.І. Орлюк, д-р геол. наук, проф.; О.Л. Шевченко, д-р геол. наук, ст. наук. співроб.; В.В. Шевчук, д-р геол.-мінералог. наук, проф.; С.Є. Шнюков, д-р геол. наук, доц.; Т.В. Пастушенко, канд. філол. наук, доц.; Т.А. Мірончук, канд. філол. наук, доц.

Іноземні члени редакційної колегії:

А. Веснавер, Італійський національний інститут океанографії та прикладної геофізики, Італія; Т. Діндароглу, Університет Кахраманмарас Сутцу Імам, Туреччина; А. Ель Албані, Університет Пуатьє, Франція; К. Зенг, Китайський геологічний університет; Китай; О. Івахненко, Казахстансько-Британський технічний університет, Казахстан; А. Коронеос, Університет Арістотеля в Салоніках, Греція; Г. Кулієв, Інститут геології та геофізики НАН Азербайджану; К. Лі, Китайський геологічний університет, Китай; М. Олівія, Лісабонський університет, Португалія; П. Перейра, Університет Миколаса Ромеріса, Литва; В. Портнов, Карагандинський державний технічний університет, Казахстан; С. Спассов, Геофізичний центр Доурбес, Бельгія; В. Шмідт, Університет Мюнстера, Німеччина

**Адреса редколегії**

ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, Київ-22, 03022  
☎ 380442597030, електронна адреса: geolvisnyk@ukr.net;  
<http://www.geolvisnyk.univ.kiev.ua/>

**Затверджено**

Вченою радою ННІ "Інститут геології"  
24 грудня 2019 року (протокол № 6)

**Атестовано**

Вищою атестаційною комісією України.  
Постанова Президії ВАК України  
№ 1-05/6 від 12.06.02

**Зареєстровано**

Міністерством юстиції України.  
Свідоцтво про Державну реєстрацію КВ № 23534-13374 від 08.08.18

**Засновник та видавець**

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет"  
Свідоцтво внесено до Державного реєстру  
ДК № 1103 від 31.10.02

**Адреса видавця**

кімн. 43, 6-р Тараса Шевченка, 14, Київ, 01030,  
☎ (38044) 239 31 72, 239 32 22; факс 239 31 28

UDC 504+550+551+552+624

Наведено результати геологічних, стратиграфічних, палеонтологічних, гідрогеологічних, геофізичних та геоінформаційних досліджень.

Для викладачів, наукових співробітників, аспірантів і студентів.

Видання індексується в наукометричних базах даних Web of Science, Academic Resource Index ResearchBib та Google Scholar.

Published are the results of geological, stratigraphic, paleontological, hydrogeological, geophysical and geoinformation research.

For scientists, professors, graduate and postgraduate students.

Journal is indexed in Web of Science, Academic Resource Index ResearchBib and Google Scholar.

Приведены результаты геологических, стратиграфических, палеонтологических, гидрогеологических, геофизических и геоинформационных исследований.

Для преподавателей, научных сотрудников, аспирантов и студентов.

Издание индексируется в наукометрических базах данных Web of Science, Academic Resource Index ResearchBib и Google Scholar.

Chief publication manager O. Menshov

**EDITOR-IN-CHIEF****EDITORIAL BOARD**

V. Mykhailov, Dr. Sci. (Geol.), Prof.

**Ukrainian Members:**

I. Bezrodna, Cand. Sci. (Geol.), Senior Researcher (Deputy Editor-in-Chief); O. Menshov, Dr. Sci. (Geol.), (Executive Secretary); V. Bakhmutov, Dr. Sci. (Geol.), Senior Researcher; S. Vyzhva, Dr. Sci. (Geol.), Prof.; Z. Vyzhva, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.; V. Guliy, Dr. Sci. (Geol.), Prof.; O. Dubyna, Dr. Sci. (Geol.); V. Zagnitko, Dr. Sci. (Geol.-Min.), Prof.; V. Zacerkovniy, Dr. Sci. (Tech.), Prof.; O. Ivanik, Dr. Sci. (Geol.), Prof.; O. Karpenko, Dr. Sci. (Geol.), Prof.; M. Korzhnev, Dr. Sci. (Geol.-Min.), Prof.; I. Korchagin, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Senior Researcher; O. Koshliakov, Dr. Sci. (Geol.), Prof.; Prof.; V. Lozitsky, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Senior Researcher; B. Maslov, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.; O. Mytrokhin, Dr. Sci. (Geol.), Prof.; P. Minenko, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.; G. Milinevskiy, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Senior Researcher; V. Nesterovskiy, Dr. Sci. (Geol.), Prof.; V. Ogar, Dr. Sci. (Geol.), Prof.; M. Orliuk, Dr. Sci. (Geol.), Prof.; O. Shevchenko, Dr. Sci. (Geol.), Senior Researcher.; V. Shevchuk, Dr. Sci. (Geol.-Min.), Prof.; S. Shnyukov, Dr. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.; T. Pastushenko, Cand. Sci. (Phil.), Assoc. Prof.; T. Mironchuk, Cand. Sci. (Phil.), Assoc. Prof.

**Foreign members:**

T. Dindaroğlu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Turkey; H. Guliyev, Institute of Geology and Geophysics of ANAS, Azerbaijan; A. El Albani, Université de Poitiers, France; O. Ivakhnenko, Kazakh British Technical University, Kazakhstan; A. Koroneos, Aristotle University of Thessaloniki, Greece; Q. Liu, China University of Geosciences, China; M. Olivia, University of Lisbon, Portugal; P. Pereira, Mykolas Romeris University, Lithuania; V. Portnov, Karaganda State Technical University, Kazakhstan; V. Schmidt, Münster University, Germany; S. Spassov, Geophysical Center of Dourbes, Belgium; A. Vesnaver, Italian National Institute of Oceanography and Applied Geophysics, Italy; Q. Zeng, China University of Geosciences, China

**Address**

Institute of Geology, 90 Vasylkivska Str., Kyiv, 03022 Ukraine, tel. +380442597030, e-mail: geolvisnyk@ukr.net; <http://www.geolvisnyk.univ.kiev.ua/>

**Approved by the**

Academic Council of the Institute of Geology  
December 24, 2019 (Minutes #6)

**Certified by the**

Higher Attestation Board  
(the State Commission for Academic Degrees and Titles), Ukraine  
Edict # 1-05/6 issued on 12.06.2002

**Certified by the**

Ministry of Justice of Ukraine  
State Certificate # 23534-13374 issued on 08.08.18

**Founded and published by**

Taras Shevchenko National University of Kyiv,  
Kyiv University Publishing  
State Certificate # 1103 issued on 31.10.2002

**Address:**

14, Taras Shevchenka blv., Kiev, 01030, Ukraine  
☎ (38044) 239 31 72, 239 32 22; Fax 239 31 28

---

## ЗМІСТ

---

### ЗАГАЛЬНА ТА ІСТОРИЧНА ГЕОЛОГІЯ

<b>Гнилко О., Шевчук В., Божук Т., Богданова М., Гнилко С.</b> Геологічні/геотуристичні об'єкти Закарпатської області як відображення геологічної історії Карпат .....	6
---	---

### МІНЕРАЛОГІЯ, ГЕОХІМІЯ ТА ПЕТРОГРАФІЯ

<b>Хомин В., Манюк М., Манюк О., Поплюйко А., Хованець Н.</b> Вплив седиментаційних і постседиментаційних перетворень на колекторські властивості гірських порід .....	14
---	----

### ГЕОФІЗИКА

<b>Бондаренко М., Кулик В., Євстахевич З., Данилів С., Зіненко В., Лось М.</b> Апаратурно-методичний комплекс для визначення параметрів нафтогазових колекторів у процесі буріння горизонтальних свердловин .....	20
<b>Федоришин Д., Багрій І., Трубенко О., Федоришин С., Хованець Н.</b> Виділення продуктивних товщ у межах Тинівсько-Грушівського нафтогазового комплексу .....	26
<b>Чорний Е.</b> Залежність механічної швидкості буріння свердловин від внутрішньопорового тиску розкритих порід у Передкарпатському прогині .....	32

### ГЕОЛОГІЯ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

<b>Волков В., Горошкова Л., Хлобистов Є.</b> Управління раціональним видобуванням вугільних ресурсів України .....	37
<b>Юлдашев О., Смокович М., Юлдашев О., Юлдашев С.</b> Про створення інноваційно-інвестиційного антикорупційного механізму надрокористування .....	46
<b>Нариманов Н., Каграманов К., Бабаєв М., Шпирко С., Насибова Г., Мухтарова Х.</b> Прогноз перспектив нафтогазоносності Бакинського архіпелагу за типами грязьових вулканів .....	55
<b>Пасіка С., Чомко Д., Опанасенко О., Хомяков Д., Скиба О., Горбачук О.</b> Деякі питання правового регулювання процесів видобутку нафти та газу для потреб національної безпеки та оборони України .....	62

### ГІДРОГЕОЛОГІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ГЕОЛОГІЯ

<b>Гошовський С., Зур'ян О.</b> Екологічно безпечне використання гідроенергетичного потенціалу гідротермальними енергетичними системами .....	67
<b>Азімов О., Кураєва І., Бахмутов В., Войтюк Ю., Кармазиненко С.</b> Оцінка розподілу важких металів у ґрунтах районів захоронення твердих побутових відходів .....	76
<b>Смирнова С., Смирнов В., Бабушкіна Р.</b> Концепція ґрунтової біогеосистеми .....	81
<b>Ободовський О., Лук'янець О., Почаєвець О., Москаленко С.</b> Багаторічна мінливість абсолютних річних мінімумів стоку води річок України .....	89
<b>Кошляков О., Диняк О., Чомко Д., Кошлякова І.</b> Врахування закономірностей формування, розподілу та впливу підземних вод з метою обґрунтування прогнозної гідрогеологічної моделі на ділянках ущільненої міської забудови .....	96

### ДО ЮВІЛЕЇВ

<b>Шаталов М.</b> Науково-педагогічна діяльність першого декана геолого-географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка професора В.І. Крокоса. До 130-річчя від дня народження .....	100
---	-----

УДК 631.412:504.054:504.064.2

DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.87.12>С. Смирнова, канд. геол. наук, доц.  
E-mail: [smsmyrnova78@gmail.com](mailto:smsmyrnova78@gmail.com)Чорноморський національний університет ім. Петра Могили,  
вул. 68 Десантників, 10, м. Миколаїв, 54003, Україна;В. Смирнов, канд. геол. наук, доц.  
E-mail: [vnsmyrnov79@gmail.com](mailto:vnsmyrnov79@gmail.com)Р. Бабушкіна, канд. с.-г. наук, доц.  
E-mail: [ruslanabab@ukr.net](mailto:ruslanabab@ukr.net)Херсонський державний аграрний університет,  
вул. Стрітенська, 23, м. Херсон, 73006, Україна

## КОНЦЕПЦІЯ ҐРУНТОВОЇ БІОГЕОСИСТЕМИ

(Представлено членом редакційної колегії д-ром геол. наук О.І. Меньшовим)

Досліджено концептуальні засади функціональної здатності ґрунтової біогеосистеми (ГБ). Сучасний новий підхід до розуміння складності процесів, що реалізуються у ґрунтовому покриві, повинен базуватися на принципі поліфункціональності. Ґрунтовий покрив (у розумінні його протяжності у межах біосфери) знаходиться на перетині шляхів міграції літосфери, атмосфери, гідросфери і біосфери в цілому, що зумовлює його специфічну роль у складній системі геосфер, його поліфункціональність.

Проаналізовано гетерогенність ґрунту (тверда, рідка, газоподібна, жива фаза). Надано характеристику кожній окремій фазі, яка має свій власний унікальний набір властивостей, що сформований у процесі еволюційного ґрунтоутворення та є неповторним.

Акцентовано увагу на строкатості та різноманітті генетичної природи ґрунтів, які віддзеркалюють їх функціональні властивості. Відображенням генетичної належності ґрунту, як функції екологічних умов його формування, є морфогенетична будова профілю ґрунту, який сформований у ґрунтоутворюючому процесі.

Визначено принцип поліфункціональності ГБ, що описує сукупність процесів на глобальних (біосферних) та біогеоценотичних вимірах. З одного боку (на глобальних теренах), ГБ визначає еволюційну спрямованість біоти на Землі, забезпечує великий та малий колообіг речовин, регулює хімічний склад супутніх геосфер (атмосфери, гідросфери), виступає фактором біопродуктивності наземних екосистем, акумулює енергію та джерелом енергії, з іншого (з біогеоценотичної позиції) – ГБ характеризується низкою фізичних, хімічних, біохімічних, фізико-хімічних функціональних властивостей.

Встановлено, що багатогранність процесів, які реалізуються у межах ГБ, дозволяє зосередитися на концептуальних засадах збалансованого техногенного навантаження, а отже, на збереженні біорізноманіття та людини як біологічного виду.

Ключові слова: ґрунтовий покрив, поліфункціональність ґрунту, біогеоценотичні функції ґрунту, гетерогенність ґрунту, родючість ґрунту, популяційно-видовий рівень, поліфазність ґрунтового покриву, біофаза, міграція, гомеостаз.

**Постановка проблеми.** Ґрунт у сучасному ґрунтознавстві слід розуміти як володіючу родючістю складну поліфункціональну і полікомпонентну відкриту багатозазначену структурну систему в поверхневому шарі кори вивітрянні гірських порід, що є комплексною функцією гірської породи, організмів, клімату, рельєфу і часу.

У процесі ґрунтоутворення сформовано ґрунтову біогеосистему (ГБ), під якою розуміють структурно-функціональну, матеріально-енергетичну одиницю біосфери, якій властиві біогеохімічні цикли міграції хімічних елементів. Іншими словами, ГБ визначають, як історично сформовану сукупність угруповань живого населення (біоценоз), що заселяє різні екологічні ніші, та просторово-територіального базису. Ці дві складові виникли на основі біогенного кругообігу й забезпечують його у конкретних природних умовах. При цьому ГБ являє собою систему, яка володіє самоорганізацією, саморозвитком та саморегуляцією.

Узагальнення даних про ГБ та усвідомлення повноцінної її функціональної здатності сприятимуть розвитку екологічного нормування. Саме тому консолідація уривчастих даних про функціональну здатність ґрунту є актуальним пошуковим дослідженням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теоретичними та практичними засадам розвитку уявлень про ґрунт та ГБ приділяється значна увага в роботах (Польовий та ін., 2013; Назаренко та ін., 2004). Вчені зазначають, що ґрунт є субстанційно-функціонально-атрибутивним і поєднує, з одного боку, речовий вміст об'єкта, що вказує на його функціональний зв'язок з об'єктами природи, а з іншого – вказує на самостійне природне тіло, що сформувалося у процесі біогеохімічних перетворень (Ковда та ін., 1988). Розуміючи складність процесів, що відбуваються у ґрунті, проаналізовано аспекти взаємодії ґрунтів та довкілля, акцентуючи увагу на новітніх властивостях ґрунту, а саме "ґрунт-пам'ять", та сукупності динамічних властивостей і процесів, які реалізуються у часовому проміжку "ґрунт-момент" (Соколов та Тарульян, 1976).

Деякі вчені вважають, що принциповою позицією дослідження ґрунтового покриву повинен стати всебічний аналіз взаємозв'язків всіх компонентів ландшафтних комплексів у цілому, врахування їх генезису та властивостей, закономірностей формування та змін під впливом природних та антропогенних факторів (Петрук та ін., 2012). У роботі (Полупан та ін., 2008) вказано на строкатість ґрунтового покриву за біокліматичними поясами та реалізовано певні кроки у вирішенні проблеми класифікації ґрунтів України.

Певним досягненням у визначенні функціональної здатності ГБ є вчення про екологічні функції ґрунту (Добровольський та Никитин, 2012). Автори розкривають сутність інтегральних (цілісних) біогеоценотичних функцій ГБ, а саме здатність до трансформації речовин та енергії, деструктивну санітарну функцію біоти у ґрунті, здатність виконувати функцію буферного біогеоценотичного екрану до зовнішніх факторів та родючість, як сукупний вираз усіх властивостей ґрунту.

Сучасна позиція науковців базується на досягненні рівноваги між сферами виробництва та станом ґрунтового покриву та розглядається як складна соціально-еколого-економічна система. Відповідно до природоохоронного законодавства система економіювання виступає інструментом державної політики у сфері природокористування і охорони ґрунтового покриву (Предельно допустимые концентрации..., 2006). Запропоновані засади екологічного нормування важких металів та концептуальні засади його здійснення (Мислива, 2011), основані на вивчені розподілу забруднювачів у ґрунті (Водяницький, 2005; Andersson, 1976) та фізіологічної адаптації біоти (Лихолат, 2013; Господаренко, 2015; Олійник та ін., 2012).

У роботах європейських колег-ґрунтознавців увагу зосереджено на таких аспектах дослідження ГБ: вказується на необхідність критичного обговорення екологічних та людських наслідків забруднення ґрунтів, включаючи різні причини (Duarte et al., 2017); висвітлено

інтеграційний підхід до розуміння еволюції ґрунтової екосистеми та зосереджено увагу на зростаючому значенні ґрунтів як територіального базису для наземних екосистем (Coleman and Crowsley, 2017); встановлено, що втрата біорізноманіття ґрунту та спрощення структури геобіонтів погіршують численні функції ґрунтової екосистеми, включаючи різноманіття рослин, розкладання, утримання поживних речовин і кругообіг поживних речовин (Wagg et al., 2014); досліджено особливості формування енергетичної структури ґрунтових харчових мереж, а також динаміку численних функцій екосистем у бореально-помірних екотонових лісах в умовах кліматичних змін (Schwarz et al., 2017). Розуміння поліфункціональності ґрунтового покриву вказує на необхідність впровадження принципу нової стратегії регулювання якості ґрунтового покриву як компоненту біосфери.

**Ціль і задачі дослідження.** Метою роботи є аналіз різноманіття процесів ґрунтового покриву в умовах стійкого антропогенного навантаження.

Для досягнення цієї мети поставлені такі завдання:

- визначити генетичне різноманіття типів ґрунтів України;
- проаналізувати поліфазність та поліфункціональність ґрунтової біогеосистеми;
- проаналізувати основи екологічного нормування важких металів;
- проаналізувати механізм адаптації біоти на всіх рівнях організації.

**Результати дослідження концептуальних основ ґрунтової біогеосистеми.**

**Генетичне різноманіття типів ґрунту.** М.І. Полупан зі співавторами вказує на різноманіття генетичної природи ґрунтів, їх властивостей, якісної оцінки за родючістю, які віддзеркалюють генетичну сутність і зв'язок з навколишнім середовищем формування та слугують основою для диференціації ґрунтів на відповідні групи (Полупан та ін., 2008). Відображенням генетичної належності ґрунту, як функції екологічних умов його формування, є профіль ґрунту, а саме – його морфогенетична будова, що зумовлює найважливіші особливості ґрунотвірного процесу. Залежно від будови профілю як сукупності генетичних горизонтів, встановлюється генетичний статус ґрунтів. Діагностування їх за якісним складом системи генетичних горизонтів у профілі нині є пріоритетним, незамінним і визнаним у всьому світі.

Так, ґрунтовий покрив України вирізняється строкатістю та різноманіттям. Під час великомасштабного картування нараховано близько 650 видів ґрунтів. Кількість ґрунтових індивідів під час диференціації ґрунтового покриву зростає до декількох тисяч, якщо брати до уваги різновиди за гранулометричним складом, материнською породою, ступенем еродованості, засоленості тощо (Назаренко та ін., 2004).

Зосереджуючи увагу на пріоритетних принципах класифікації ґрунтового покриву, часто беруть до уваги не численні ґрунтові сполучення різних рангів, а порівняно невелику чисельність макротипів структур ґрунтового покриву, які генетично нерозривно пов'язані з ландшафтним типом місцевості: дерново-підзолисті і торф'яно-підзолисті (Полісся); каштанові (Степ); сірі лісові (Лісостеп та південні райони Полісся); чорноземні (Лісостеп та Степ); бурі лісові (гірські країни Криму та Карпат); солончі та солончаки (Лісостеп та Степ).

**Поліфазність ґрунтової біогеосистеми.** Під *гетерогенністю ґрунту* слід розуміти поліфазність ґрунтового покриву: тверда, рідка, газоподібна, жива (біофаза). Яким саме чином гетерогенність ґрунтового покриву слід враховувати під час розробки нормативно-екологічних стандартів? Щоб окреслити загальні риси

цього питання, слід вказати на динамічність та неоднорідність кожної з цих фаз протягом еволюціонування ґрунтового покриву.

Характеристика фаз складається з таких положень:

1) кожна фаза входить до складу ґрунтової системи і має границю поділу;

2) кожна фаза ґрунтового покриву в даній місцевості має свій власний набір характеристик, які є унікальними, сформованими у процесі еволюційного ґрунтоутворення та не повторюються в межах інших ландшафтів. Наприклад, власне співвідношення мінеральних та органічних сполук у рідкій фазі у даній місцевості; власний гранулометричний склад саме цього ґрунту, складений у різних співвідношеннях та розмірностях первинних та вторинних мінералів; власне співвідношення газів у ґрунтовому повітрі у межах даного ландшафту; власна сукупність на даній ділянці живих організмів, які беруть участь біогеохімічних циклах тощо;

3) динамічність параметрів кожної з фаз зумовлена впливом біосферних процесів у сукупності з часткою антропогенного навантаження;

4) завдяки тісному взаємозв'язку між фазами, ґрунт функціонує як єдина система. Співвідношення між об'ємами і масами твердої, рідкої та газоподібної фаз визначає умови прояву ґрунтової родючості, що залежить від ґрунтових, кліматичних умов і характеру рослинності. Ідеальні екологічні умови створюються, коли об'єм твердої фази ґрунту сягає 50 %, а рідкої і газової – по 25 % кожна.

Шляхом аналітичних роздумів ми проаналізували фазовий склад ГБ (Назаренко та ін., 2004):

а) тверда фаза ґрунту, сформована в процесі ґрунтоутворення з материнської гірської породи, значною мірою зберігає її склад і властивості. Отже, це твердий каркас ґрунтового покриву (матриця), який являє собою полідисперсну і полікомпонентну систему з первинних і вторинних мінералів, органічних залишків, частково розкладених і перетворених у гумус. Показниками, які характеризують тверду фазу, а як наслідок, і ґрунт, є гранулометричний (механічний), хімічний, мінералогічний склад, структура і пористість. Отже, питання допустимого навантаження твердофазних відходів на ґрунтовий покрив від антропогенної діяльності, що здатне змінювати показники твердої фази ґрунту, залишається досі відкритим;

б) рідка фаза ґрунту – це ґрунтовий розчин з розчиненими мінеральними і органічними сполуками. Це динамічна фаза, в якій відбуваються майже всі елементарні ґрунтові процеси та розвивається процес ґрунтоутворення. Рідка фаза є основним фактором диференціації ґрунтового профілю на горизонті у результаті переміщення розчинів у вертикальному і горизонтальному напрямках. Стан і властивості ґрунтового розчину залежать від водно-фізичних властивостей ґрунту та балансу ґрунтової вологи. Сукупність процесів, які має задовольняти ґрунтовий розчин, для функціонування ґрунтової екосистеми, залежить від оптимально збалансованого техногенного навантаження, яке здатна витримати ґрунтова екосистема. Тому слід орієнтуватися на оптимізацію нормативів гранично допустимих скидів забруднюючих речовин у природне середовище, нормування використання пестицидів і фунгіцидів тощо;

в) газова фаза ґрунту – це ґрунтове повітря, яке заповнює вільні від води пори. Об'єм газової фази ґрунту зумовлений пористістю ґрунту й вмістом вологи у ньому. Склад ґрунтового повітря відрізняється від атмосферного, він пов'язаний з біологічними процесами та залежить від культивування ґрунту й розчинення легких сполук у ґрунтовій воді. Він змінюється зі зміною глибини та місця відбору ґрунту та може виступати опосередкованим індикатором техногенного навантаження;

г) жива фаза ґрунту (біофаза) – це сукупність організмів, які населяють ґрунт і беруть участь у ґрунтоутворенні. До складу ґрунтової біоти входять бактерії, актиноміцети, гриби, водорості, тварини, а також кореневі системи живих рослин. Всі ці організми об'єднані у "живу" фазу умовно, оскільки їх організми теж складаються з твердої, рідкої і газової фази. Саме біофаза є дзеркалом тих процесів, які відбуваються у ґрунтовому покриві. (Ми не беремо до уваги епідеміологічну роль ґрунтового покриву.) Насамперед, слід наголосити на оптимізації гранично допустимого навантаження на ґрунтовий покрив хімічними забруднювачами, які впливають на процеси автореабілітації (самоочищення) ґрунту.

**Поліфункціональність ґрунтової біогеосистеми.** Сучасний науковий підхід до вивчення ґрунтового покриву базується на **принципі поліфункціональності**, що описує сукупність процесів на глобальних (біосферних) та біогеоценотичних вимірах. Яким саме чином цей принцип реалізується на рівні ґрунтової біогеосистеми? Задля розуміння послідовно розглянемо її дієву здатність реалізовувати функціональне призначення як компоненту біосфери.

Розрізняють п'ять **глобальних функцій ґрунту** (рис. 1) (Ковда та ін., 1988):

- **ґрунт – це середовище для розвитку та еволюції життя на Землі.** В одному грамі ґрунту можна нарахувати один мільярд бактеріальних клітин; аміб і жгутиконосців – до мільйона особин, інфузорій – 1000. У верхньому шарі родючого ґрунту біомаса бактерій може становити 400–5000 кг/га;

- **ґрунт забезпечує великий геологічний та малий біологічний кругообіг речовини на земній поверхні.** У ґрунті акумулюються біогенні елементи – він їх накопичує і перешкоджає швидкому вносу в гідросферу;

- **ґрунт регулює хімічний склад атмосфери і гідросфери.** ґрунти постійно обмінюються газами з приземним шаром тропосфери, поглинають кисень і віддають вуглекислий та інші гази. ґрунтове "дихання" разом з фотосинтезом і диханням живих організмів підтримують постійний склад атмосфери. ґрунт є чинником формування сольового складу світового океану;

- **ґрунт є фактором біопродуктивності наземних екосистем.** Він регулює біосферні процеси, зокрема, щільність живих організмів на земній поверхні. ґрунт має певні властивості, які обмежують життєдіяльність деяких груп організмів. Дуже сухий або дуже вологий, кислий або лужний, бідний елементами живлення або родючий ґрунт, взаємодіючи з кліматом, регулює розселення різних видів, популяцій, їх щільність та інші параметри життєдіяльності організмів;

- **ґрунт є акумулятором небіогенної неживої речовини (гумусу) і зв'язаною з ним хімічної енергії**, ареною трансформації та передачі у глибокі шари літосфери палеобіогенної речовини.

ґрунтовий покрив на біосферному рівні розвивається у межах біологічної еволюції, він здатний реалізовувати біологічний та геологічний кругообіг речовин, а також виступає захисним бар'єром та умовою нормального функціонування біосфери та вказує на здатність виступати середовищем існування, акумулятором і джерелом речовин і енергії для організмів суші (Гольовий та ін., 2013).

**Біогеоценотичні функції ґрунту** поєднують у ряд груп (Добровольський та Никитин, 2012).

I. Функції ґрунту, зумовлені її фізичними властивостями:

1. **Життєвий простір** – як субстрат для існування величезної кількості різноманітних видів, у т. ч. переважної частини квіткових рослин. Цю властивість ґрунтового покриву слід характеризувати як за латераллю (горизо-

нтальне поширення по поверхні суші), так і радіаллю (вертикальний розподіл за ґрунтовим профілем). Він також може бути тимчасовим (пов'язаним зі змінами погодних умов, сезонними явищами, мінливістю за роками, кліматичними ритмами).

2. **Житло і притулок:** ґрунтовий покрив надає організмам різноманітний притулок, оберігає їх від переохолодження та перегрівання. Температура і вологість повітря в ґрунті схильні до менш різких коливань, ніж на поверхні землі. Ця особливість важлива в періоди різких змін погоди, в екстремальних умовах тундри і пустель.

3. **Опорна функція** ґрунтового покриву пов'язана із закріпленням кореневої системи рослин, що допомагає їм зберігати вертикальне положення і бути стійкими до вітру.

4. **Діло насіння і інших зачатків.** Завдяки функції "консервації", що залежить від режиму тепла і вологості, підвищеного вмісту діоксиду карбону і відсутності світла, у ґрунтовому покриві тривало зберігаються насіння, спори та інші зачатки багатьох організмів.

II. Функції ґрунту, пов'язані переважно з її хімічними і біохімічними властивостями:

1. **Джерело елементів мінерального живлення рослин.** Отримання і засвоєння мінеральних речовин з ґрунту залежить від концентрації, сприятливого співвідношення доступних елементів, рН середовища, гранулометричного складу та інших характеристик ґрунтів.

2. **Діло елементів мінерального живлення, енергії і вологості.** ґрунт має резерв корисних компонентів і грає роль буфера, який допомагає усунувати перебої в їх постачанні при вичерпанні найбільш доступних запасів.

3. **Стимулятор і інгібітор біохімічних та інших процесів.** У ґрунт надходять різноманітні продукти метаболізму, які можуть стимулювати або пригнічувати життєдіяльність організмів. Значну роль у взаєминах рослин відіграє взаємовплив їх через кореневі виділення. Відомо також самопригнічення рослин ("ґрунтоптома") в посівах культурних рослин без сівозміни і в деяких деревостанах.

III. Функції ґрунту, що визначаються в основному фізико-хімічними властивостями:

1. **Сорбція тонкодисперсних речовин**, що надходять з атмосфери із ґрунтовими водами та рослинним опадом. Поверхня мелкозему і колоїди ґрунту адсорбують гази і рідини, що містять молекули та іони антропогенного та природного надходження. Поглинальна здатність ґрунтів забезпечує утримання елементів мінерального живлення, а також адсорбцію забруднюючих речовин. Отже, виникає необхідність розробки моделі для аналізу ризиків сорбційного поглинання забруднювачів ґрунтом з метою оптимізації допустимих рівнів забруднення.

2. **Сорбція мікроорганізмів**, що мешкають у ґрунті. Завдяки цій функції мікроорганізми захищені від вносу низхідним струмом води за межі ґрунтового профілю. Різні властивості поверхонь ґрунтових мікрозон створюють умови для сорбції різних організмів. Ця здатність пов'язана з різним гранулометричним і мінералогічним складом, кислотністю, особливостями формування ґрунтів. ґрунти важкого механічного складу сорбують мікроорганізмів більше, так само як чорноземи порівняно з дерновопідзолистими і сірими лісовими ґрунтами. Від процесів адсорбції залежать життєдіяльність, розвиток і розмноження ґрунтових мікроорганізмів. Дотримання оптимальних умов під час забезпечення сорбції мікроорганізмів орієнтоване на створення найкращих умов для їх життєдіяльності та неперевикнення адаптаційного бар'єру.

IV. Інформаційні біогеоценотичні функції ґрунту. Це своєрідний індикатор зміни напрямку процесів, що відбуваються у ґрунтовому покриві, який може бути циклічним

(сезонним) або мати однаправлену спрямованість (Добровольський та Никитин, 2012):

1. Сигнал для сезонних та інших біологічних процесів.

Ця функція пов'язана з періодично змінними режимами ґрунту. Температура ґрунту слугує сигналом початку або припинення сезонних циклів життєдіяльності організмів, визначає перебіг фізіологічних процесів. В аридних зонах початок або затримка вегетації обумовлені динамікою водного режиму ґрунту. Від сезонних коливань активності різних ґрунтових мікроорганізмів залежить забезпеченість рослин елементами мінерального живлення, а від температури і вологості ґрунтів – розвиток комах (в тому числі фітофагів).

2. Пусковий механізм сукцесій.

Процеси заболочування, засолення, остепування, витоптування тощо, навіть якщо вони виникли під впливом зовнішніх причин,

протікають як стадії перетворення ґрунту, викликаючи відповідні сукцесії біогеоценозів. Безумовно, якщо ще регульований пусковий механізм сукцесій (наприклад, осушення боліт Полісся та видобуток торфу у кінці 80-х років ХХ ст.), то необхідно пам'ятати закон обмеженості природних ресурсів.

3. "Пам'ять" біогеоценозу. Ґрунт зберігає велику кількість інформації, яка складається з комплексу стійких властивостей, що виникли в ході її розвитку (ґрунт-пам'ять), і сукупності мінливих властивостей і процесів в момент спостереження (ґрунт-момент) (Соколов та Таргульян, 1976).

4. Регулятор складу і структури біогеоценозу. Ґрунт – компонент біогеоценозу, від якого багато в чому залежить його склад і структура. Властивості його істотно впливають на продуцентів і пов'язаних з ними консументів і редуцентів.

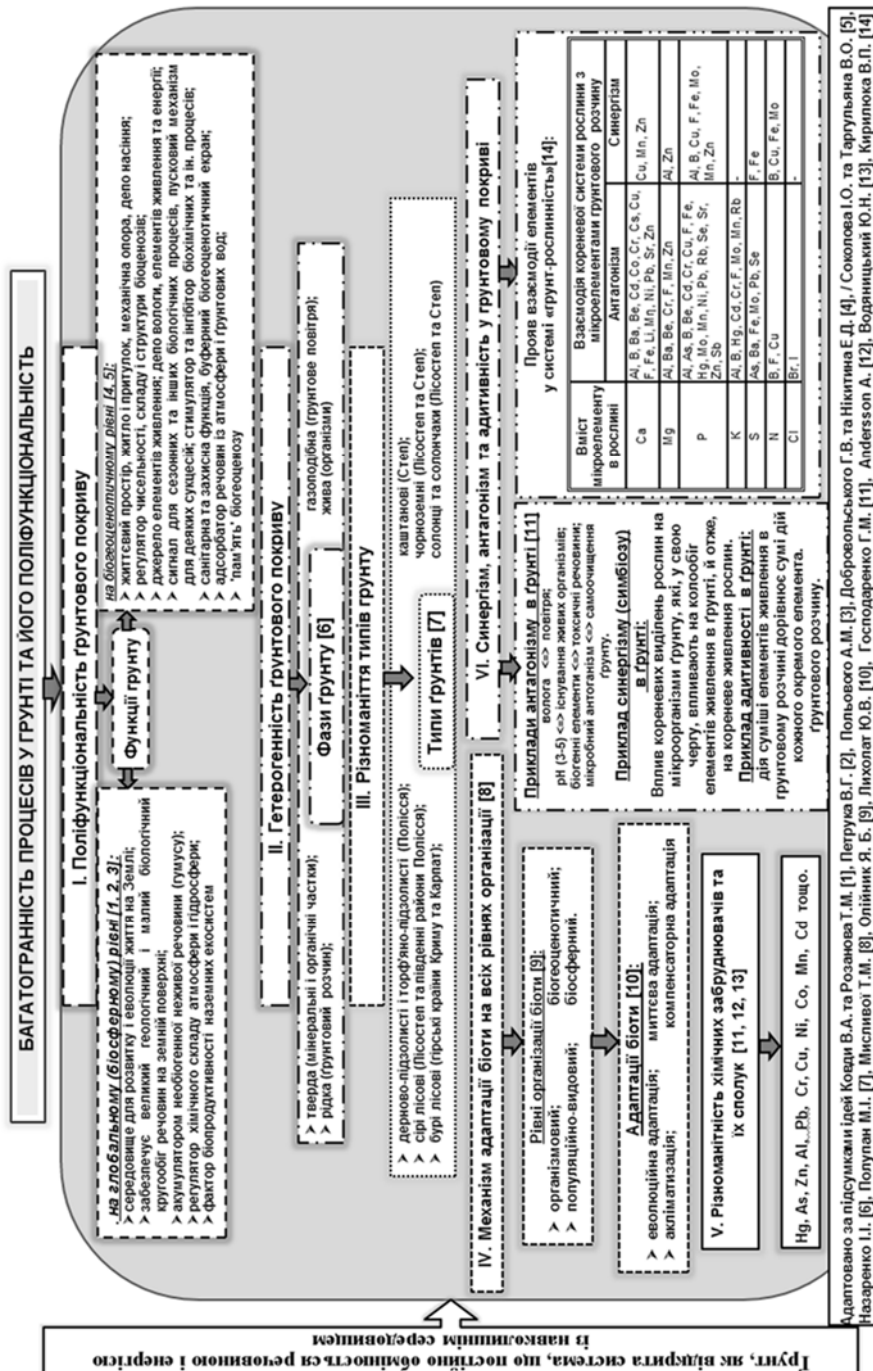


Рис. 1. Концептуальні засади ґрунтової біогеосистеми



V. Інтегральні (цілісні) біогеоценотичні функції ґрунту (Добровольський та Никитин, 2012):

1. **Трансформація речовини і енергії.** У процесі ґрунтоутворення вихідні речовини (материнські породи і продукти, що надходять з пилом, поверхневими і ґрунтовими водами, рослинними залишками) перетворюються в субстрат, придатний для формування біогеоценозу. Звільнення енергії в ході розкладання органічних залишків має не менше значення, ніж утворення органічних сполук при фотосинтезі. Антропогенні зміни енергетичного балансу біосфери понад допустиму межу за правилом 1 % загрожують незворотними наслідками. Штучне привнесення енергії у біосферу з використанням альтернативних та традиційних джерел енергії досягло нині граничних значень та потребує нормативно-екологічних розробок. Питання трансформації речовини в процесі розвитку промислових ресурсів піднімав свого часу В.І. Вернадський, вказуючи на величезну кількість трансформованої речовини (за обсягами та якісним складом), яка залучена людиною у біогеохімічні цикли.

На світовій арені це питання вирішено в межах концепції Сталого розвитку (англ. Sustainable development) – це загальна концепція, яка обґрунтовує необхідність встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потребу в безпечному і здоровому довкіллі.

2. **Санітарна функція:** деструкція мікроорганізмами і безхребетними в ґрунтовому покриві продуктів обміну і органічних залишків, що попереджає самозабруднення ландшафтів. Мікробне населення ґрунту має антисептичні властивості, пригнічує розвиток хвороботворних мікроорганізмів. Ґрунтовий покрив ефективно захищає ґрунтові води від проникнення бактеріальних і хімічних забруднень. Але деякі хвороботворні мікроорганізми зберігаються в ґрунті тривалий час.

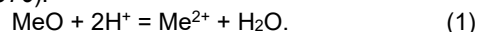
3. **Захисний і буферний біогеоценотичний екран.** Сформовані у ході тривалої еволюції біогеоценози відрізняються стійкістю до впливу зовнішніх факторів, здатністю до гомеостатичного регулювання, підтримці своїх властивостей. Ґрунти здатні значною мірою нівелювати перепади вологості і температури в біогеоценозах. Буферна роль ґрунтів проявляється у підтримці родючості, протистоянні водній та вітрової ерозії, хімічному забрудненню, у здатності до відновлення порушених біогеоценозів за рахунок запасу насіння. Ця сукупність процесів, здатних компенсувати флуктуації та привести до кліматичного стану ґрунтового екосистему, повинна стати основою під час розрахунку ризиків з метою врахування адаптаційного бар'єру.

4. **Родючість** – характеристика ґрунту, що визначає його здатність забезпечувати умови для життя рослин. Це інтегральна функція ґрунтового покриву, вираз всіх його властивостей.

**Важкі метали та екологічне нормування.** Метали перебувають у ґрунтовому профілі у вигляді мінералів, органічних сполук, адсорбовані на колоїдах, іонів у ґрунтовому розчині, включені до складу біоти або твердої фази ґрунту тощо. Вони постійно залучені до безперервних біологічних, фізичних, хімічних та фізико-хімічних процесів, які реалізують біогеохімічний цикл міграції хімічних елементів (Hg, As, Zn, Al, Pb, Cr, Cu, Ni, Co, Mn, Cd тощо).

Важливим фактором, що впливає на поведінку важких металів в ґрунті, є рН. При нейтральній і слабо лужній реакції середовища утворюються важкорозчинні сполуки важких металів: гідроксиди, сульфіді, фосфати, карбонати і оксалати. При зростанні кислотності в ґрунті важкорозчинні сполуки переходять в рухомі форми (Господаренко, 2015).

При атмосферному забрудненні ґрунтів важкими металами характерно їх зв'язування в поверхневому шарі ґрунту до 5–10 см. З атмосфери у ґрунт вони надходять у формі оксидів, які взаємодіють з ґрунтовим розчином (Andersson, 1976):



Катіони важких металів вступають у реакцію з іонами ґрунтового розчину  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{S}_2^-$ ,  $\text{Cl}^-$  тощо, утворюють сполуки різної розчинності. Катіони важких металів утворюють з аніонами  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  легкорозчинні сполуки (хлориди, нітрати, сульфати), яких відносно небагато. У ґрунті є і нейтральні форми металів.

Різноманіття форм важких металів у ґрунтовому покриві потрібно враховувати під час екологічного нормування. Гранично допустимі концентрації хімічних елементів у ґрунті визначено за валовим вмістом, рухливими та водорозчинними формами (*Предельно допустимые концентрации...*, 2006). Оцінити небезпеку забруднення тільки на підставі валового вмісту неможливо, оскільки токсична дія поллютантів залежить від їх форм, ступеня окиснення елемента зі змінною валентністю, від форми закріплення металів мінеральними та органічними носіями (Водяницкий, 2005).

**Синергізм, антагонізм та адитивність забруднень ґрунтової біогеосистеми.** Ефекти антагонізму (послаблювача дії), синергізму (підсилювача дії) та адитивності (незалежна дія ефектів) відбуваються у ґрунтових екосистемах. У ґрунтах антагоністами є волога й повітря, низький показник рН та існування живих організмів, біогенні (необхідні рослинам) елементи й токсичні речовини. Антагонізм проявляється у ґрунтах і рослинах у випадках, коли вступають між собою у протиріччя різні явища, дії або живильні елементи. Наприклад, чим вище у ґрунті загальна концентрація солей, тим менш доступна рослинам вода; низька або висока вологість ґрунту створює нестачу у рослинах марганцю.

У життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів велике значення має явище антагонізму, що існує між окремими видами мікроскопічних істот та відіграє досить велику біологічну роль у самоочищенні ґрунту. Це відбувається непрямым шляхом: у середовищі накопичуються продукти життєдіяльності одних організмів, згубні для інших, наприклад, антибіотики мікромететів і гриби пригнічують багато бактерій, фітонциди багатьох рослин також володіють бактерицидними властивостями.

Явища синергізму також широко розвинене у природі. Кінцевим результатом синергетичних явищ у рослинах, крім урожаю в підвищених кількостях, є поліпшення фотосинтезу, обміну речовин, посилення нагромадження вітамінів і сухих речовин. Прикладом синергізму в ґрунті може стати вплив кореневих виділень рослин на мікроорганізми ґрунту, які, у свою чергу, впливають на колообіг елементів живлення в ґрунті, й отже, на кореневе живлення рослин.

Висвітлено теоретичні основи живлення рослин, які основані на взаємодії іонів рослин і ґрунтового розчину (Господаренко, 2015). Наприклад, за надмірного вмісту катіонів та аніонів у рослинні вони заважають проникненню в клітину інших іонів. Так, за високої концентрації іонів  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$  уповільнюється надходження іонів  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  і навпаки. Поряд з антагонізмом відбуваються процеси синергізму: іони з протилежними зарядами здатні активізувати надходження в рослини один одного, наприклад іонів  $\text{NH}_4^+$  і  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{K}^+$  і  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{NO}_3^-$  тощо. Якщо елементи доповнюють один одного, то це явище називають адитивністю іонів. Воно полягає в тому, що дія суміші елементів живлення в розчині дорівнює сумі



дій кожного окремого елемента. Завдяки адитивності іонів можна поліпшити умови мінерального живлення рослин без підвищення норм мінеральних добрив лише забезпечивши врівноваженість ґрунтового розчину. Поліпшення азотного живлення збільшує надходження в рослини фосфору, калію, кальцію, магнію, міді, заліза, мангану і цинку. Надмірне фосфорне живлення знижує надходження в рослини міді, заліза й мангану. Під дією калію скорочується надходження в рослини кальцію, магнію та деяких інших елементів.

**Механізм адаптації біоти на всіх рівнях організації.** Показник ГДК належить до нормативів санітарно-гігієнічного характеру та охоплює не тільки екологічну, а й виробничу, житлово-побутову сфери життя людини, та характеризує якість навколишнього середовища відносно здоров'я людини. Під ГДК розуміється така максимальна концентрація хімічних елементів і їх сполук у доквітлі, яка при повсякденному впливі протягом тривалого часу на організм людини не спричиняє патологічних змін або захворювань, що встановлюються сучасними методами досліджень у будь-які терміни життя теперішнього і наступного покоління. Отже позиція гігієністів зрозуміла – санітарно-гігієнічне нормування базується на антропоцентризмі, тобто зосереджено на встановленні нормативів якості доквітля, прийнятних для людини. Ґрунтова біота у такому разі залишається поза увагою. Т.М. Мислива відзначає, що *Homo sapiens* не є найбільш чутливим і вразливим серед біологічних видів, і принцип "Захищена людина – захищена біосфера" є невірним (Мислива, 2011). Реалізація біогеоценологічного підходу до ґрунтового покриву, як до складної поліфункціональної системи, дозволяє застосувати принцип ієрархічної організації біоти з виділенням організмів, популяційно-видового, біогеоценологічного та біосферного рівнів. Так, вважають (Олійник та ін, 2012):

**Організмий рівень** представлений живими системами від одноклітинних до найвищих істот, вони є самостійними, універсальними, саморегульованими, самовідтворюваними системами. Їх найважливіша функція – розмноження.

**Популяційно-видовий рівень.** Поняття "біологічний вид" з екологічного погляду відповідає поняттю "популяція", оскільки кожен вид у природі існує як сукупність популяцій. Популяції живих істот – сукупність живих особин одного виду в межах певної території, де він розмножується і може практично необмежено довго існувати. Основна функція популяції – формування в певних екологічних умовах такого виду населення, яке за структурою і життєвими особливостями найбільше відповідає даному середовищу існування. Сукупність популяцій організмів різних видів, які співіснують у певній ділянці простору і взаємодіють між собою за допомогою структурних та функціональних зв'язків, називають біотичним угрупованням або біоценозом. Кожен біоценоз нерозривно пов'язаний з його абіотичним середовищем, утворюючи єдину систему – ґрунтоекосистему.

**Біогеоценологічний (екосистемний) рівень.** Включає ґрунтоекосистему всіх ступенів складності на рівні макроекосистем (ґрунтоекосистема окремого материка). Системи цього рівня являють собою безперервну сукупність монотонно змінних за природними зонами ґрунтових відмін, які є функціональною єдністю живих і неживих компонентів ґрунтового покриву та охоплені безперервним обміном речовиною, енергією та інформацією. Їх основна функція – забезпечення постійного матеріально-енергетичного обміну із зовнішнім середовищем і між компонентами ґрунтоекосистеми.

**Біосферний (глобальний) рівень.** Ґрунтовий покрив, як сукупність всіх ґрунтових екосистем планети, є складовим елементом глобальної екосистеми – біосфери. На біосферному (планетарному) рівні ґрунтоекосистеми забезпечують постійний функціональний зв'язок між живою та неживою природою, постійний рух речовини за біогеохімічними циклами і постійну трансформацію сонячної енергії у трофічних ланцюгах.

Адаптації ґрунтової біоти до зовнішніх умов на всіх рівнях організації слід розглядати за тривалістю, у результаті чого можна виділити декілька їх типів (Лихолат, 2013): 1) еволюційна адаптація – ґрунтується на утворенні нової генетичної інформації, яка, у свою чергу, визначає нові адаптивні фенотипічні ознаки. Формується протягом багатьох генерацій; 2) акліматизація – процеси пристосування до певних доз забруднювача, який відбувається впродовж життєвого циклу організму і триває від кількох годин до кількох місяців. Типовим прикладом є різноманітні сезонні зміни у рослин; 3) миттєва адаптація – це пристосувальні процеси, які відбуваються в організмі одразу після дії подразника; 4) компенсаторна адаптація – реакція організму, направлена на формування зворотних змін, спрямованих на відновлення до контрольного рівня його функціональних спроможностей.

Під час розробки нормативно-екологічних стандартів слід враховувати основні принципи адаптації біоти ґрунтового покриву, зумовлені його генотипом. Неваріабельні та короточасні зміни концентрації забруднювача у ґрунтового покриві не призводять до істотних порушень фізіологічних функцій біоти, що зумовлено їх здатністю зберігати відносно стабільний стан за змінних умов зовнішнього середовища, тобто підтримувати гомеостаз. Однак різкі і тривалі впливи призводять до порушення системи регуляції, енергетичного обміну, сукупного зниження фізіологічних процесів, а під час критичних рівнів (стресорів) – до загибелі ґрунтової біоти.

**Обговорення результатів концептуальних основ ґрунтової біогеосистеми.** ГБ являє собою біокосне тіло, що володіє поліфазністю та складається з твердих (мінеральних і органічних) речовин, рідини і газів, та утворюється у верхньому шарі літосфери. Вона підкоряється законам біокліматичної зональності, має горизонтальне поширення і характеризується послідовними горизонтами у профілі. Сукупність процесів, які має задовольняти ГБ з метою забезпечення її поліфункціональності, залежить від просторового виміру в часовому еквіваленті динаміко-функціональних міграційних потоків літосфери, атмосфери, гідросфери і біосфери в цілому.

Принцип розумної достатності в отриманні життєвих благ у просторових і часових межах (обмеження по факторах екологічного, соціального і економічного ризику) є першочерговим пріоритетом еколого-безпечного використання ґрунту. Саме тому практичні аспекти застосування концептуальних основ ґрунтової біогеосистеми мають спрямованість на:

- раціональне землекористування сільськогосподарських земель на засадах управління елементами живлення та закону оптимальності;
- моніторинг стану земель з метою відображення динаміки фізико-хімічних процесів ґрунту;
- вдосконалення методологічного апарату збереження і підвищення родючості ґрунту, рекультивативі порушених земель;
- підвищення рівня екологічної безпеки природних та антропогенно-модифікованих територій на засадах збалансованого техногенного навантаження;
- поліпшення експертної оцінки стану та якості антропогенно-змінених земель;

- прогноз медико-екологічних ризиків захворюваності населення залежно від критичних екологічних станів ґрунтів та надзвичайних ситуацій природного і техногенного походження;

- вдосконалення нормативно-правового забезпечення у сфері охорони і невиснажливого використання земельних територій.

Подальші перспективи дослідження концептуальних основ ГБ орієнтовані на вдосконалення методологічних підходів щодо об'єктно-орієнтованого аналізу процесів міграції забруднювачів ГБ відповідно до Концепції боротьби з деградацією земель та опустелюванням (розпорядження від 22.10.2014 № 1024).

**Висновки.** 1. Ґрунтово-географічне районування України підпорядковане закону горизонтальної зональності на рівнинах і висотної поясності у горах. Така особливість зумовлена чітким розподілом на території країни двох головних чинників – рослинності та кліматичних умов. Генетичне різноманіття типів ґрунтів України вирізняється строкатістю. Під час великомасштабного картування нараховано близько 650 видів ґрунтів. Складність ґрунтового покриву визначається як розмаїттям типології ґрунтів, так і різними сполученнями їх ґрунтових рангів.

2. Сучасний підхід до розуміння складності процесів, що реалізуються у ГБ, повинен базуватися на принципах поліфазності та поліфункціональності. Кожна фаза ґрунтового покриву в даній місцевості має свій власний уніфікований набір характеристик, сформованих у процесі еволюційного ґрунтоутворення. Функціональна динамічність ґрунтової біогеосистеми зумовлена впливом біоферних процесів у сукупності з антропогенним навантаженням.

3. Екологічне нормування потребує удосконалення з огляду на сукупність біогеохімічних процесів, які відбуваються у ґрунтовому покриві. На нашу думку, з метою вирішення окресленої проблеми, виникла необхідність створення інформативної оптимізаційної моделі ГБ на засадах досягнення рівноважного стану у соціально-еколого-економічній системі, головними компонентами якої виступають людина та ґрунт. Принципово інша стратегія потребує реалізації у випадку нормування техногенного навантаження на ГБ з орієнтуванням на екоцентризм натомість антропоцентризму. Увагу потрібно зосередити на адаптивному бар'єрі найвразливіших видів. Такий підхід спрямований на збереження біорізноманіття та людини як біологічного виду.

4. Адаптації біоти ГБ, зумовлені її генотипом. Різноманітність адаптаційних змін може бути спричинена тривалими еволюційними перетвореннями, миттєвими та більш тривалими компенсаторними адаптаціями, як результат реагування певного угруповання на зворотні зміни з метою забезпечення його функціональності. Неваріабельні та короткочасні зміни концентрації забруднювача у ґрунтовому покриві не призводять до істотних порушень фізіологічних функцій біоти.

#### Список використаних джерел

- Белицина, Г.Д., Васильевская, В.Д., Гришина Л.А. и др. (1988). Почвоведение. Ч. 1. Почва и почвообразование. Под ред. В.А. Ковда, Б.Г. Розанова. Москва: Высшая школа.
- Водяницкий, Ю.Н. (2005). Изучение тяжёлых металлов в почвах. Москва: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН.
- Господаренко, Г.М. (2015). Агрохімія. Київ: ТОВ "СІК ГРУП УКРАЇНА".
- Добровольский, Г.В., Никитин, Е.Д. (2012). Учение об экологических функциях почв. Москва: Изд-во МГУ.
- Лихолат, Ю.В. (2013). Конспект лекцій із курсу "Фізіологія адаптації рослин". Дніпро: РВВ ДНУ.
- Мислива, Т.М. (2011). Екологічне нормування важких металів та концептуальні засади його здійснення. *Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю*. Вінниця, 2, 523-527.

Назаренко, І.І., Польчина, В.А., Нікорич, С.М. (2004). Ґрунтознавство. Київ: Вища освіта.

Олійник, Я.Б., Шищенко, П.Г., Гавриленко, О.П. (2012). Основи екології. Київ: Знання.

Петрук, В.Г., Васильковський, І.В., Іващенко, В.А., Петрук, Р.В., Турчик, П.М. (2012). Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення. Вінниця: ВНТУ.

Полупан, М.І., Соловей, В.Б., Величко, В.А. (2008). Український прорив у вирішенні проблеми класифікації ґрунтів. *Вісник ХНАУ. Ґрунтознавство*, 4, 3-8.

Польовий, А.М., Гуцал, А.І., Дронова, О.О. (2013). Ґрунтознавство. Одеса: Екологія.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. (2006). Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06 від 1.04.2006. Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. Отримано з <http://gostfr.com/normadata/1/4293850/4293850511.pdf>.

Соколов, І.А., Таргульян, В.О. (1976). Взаимодействие почв и среды: почва-память и почва-момент. В кн. Изучение и освоение природной среды. Москва: Наука, 150-164.

Andersson, A., Swed, J. (1976). Determination of ecologically significant fractions of some heavy metals in soils. *Swed. J. Agric. Res.*, 6, 1, 197-199.

Coleman, D.C., Crowsley, D.A.Jr. (2004). Fundamentals of Soil Ecology. (2nd ed.). Academic Press. Elsevier: ISBN 978-0121797263.

Duarte, A., Cachada, A., Rocha-Santos, T. (Eds.). (2017). Soil Pollution: From Monitoring to Remediation (1st ed.). Academic Press.

Schwarz, B., Barnes, A.D., Thakur, M.P. (2017). Warming alters energetic structure and function but not resilience of soil food webs. *Nature Climate Change*, 7, 895-900.

Wagg, C., Bender, S.F., Widmer, F., van der Heijden M.G.A. (2014). Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111, (14). DOI: 10.1073/pnas.1320054111

#### References

Andersson, A., Swed, J. (1976). Determination of ecologically significant fractions of some heavy metals in soils. *Swed. J. Agric. Res.*, 6, 1, 197-199.

Belitsina, G.D., Vasil'evskaya, V.D., Grishina, L.A. et al. (1988). Pochvovedenie. P. 1. Pochva i pochvoobrazovanie. In V.A. Kovda, B.G. Rozanov Eds. Moscow: Vysshaya shkola. [in Russian]

Coleman, D.C., Crowsley, D.A.Jr. (2004). Fundamentals of Soil Ecology. (2nd ed.). Academic Press. Elsevier: ISBN 978-0121797263.

Dobrovolskiy, G.V., Nikitin, E.D. (2012). Uchenie ob ekologicheskikh funktsiyakh pochv. Moscow: Izd-vo MGU. [in Russian]

Duarte, A., Cachada, A., Rocha-Santos, T. (Eds.). (2017). Soil Pollution: From Monitoring to Remediation (1st ed.). Academic Press.

Hospodarenko, H.M. (2015). Ahrokhimiia. Kyiv: TOV. "SIK HRUP UKRAYNA". Retrieved from: <http://nmcbook.com.ua/wp-content/uploads/2017/11/NP-Ahrokhimiia.pdf> [in Ukrainian]

Lykholat, Yu.V. (2013). Konspekt lektсий iz kursu "Fiziologii adaptatsii roslin". Dnipro: RVV DNU. Retrieved from: [http://library.dsu.dp.ua/Metodichki/fiziolog\\_adaptac.pdf](http://library.dsu.dp.ua/Metodichki/fiziolog_adaptac.pdf) [in Ukrainian]

Myslyva, T.M. (2011). Ekologichne normuvannya vazhkykh metaliv ta kontseptual'ni zasady joho zdjinsnennia. *Proceedings of the III<sup>rd</sup> All-Ukrainian Congress of environmentalists with international participation*. Vinnytsia: VNTU, 523-527. [in Ukrainian]

Nazarenko, I.I., Polchyna, S.M., Nikorych, V.A. (2004). Hruntoznavstvo. Kyiv: Vyscha osvita. [in Ukrainian]

Olijnyk, Ya.B., Shyschenko, P.H., Havrylenko O.P (2012). Osnovy ekologii. Kyiv: Znannia. [in Ukrainian]

Petruk, V.H., Vasylovskiy, I.V., Ivaschenko, V.A. et al. (2012). Normuvannya antropohennoho navantazhennia na navkolyshnie seredovysche. Part 1. Normuvannya inhedientnoho zabrudnennia. Vinnytsia : VNTU. [in Ukrainian]

Polovyi, A.M., Hutsal, A.I., Dronova, O.O. (2013). Hruntoznavstvo. Odessa: Ekolohiia. [in Ukrainian]

Polupan, M.I., Solovej, V.B., Velychko, V.A. (2008). Ukrains'kyj proryv u vyryshenni problemy klasyfikatsii gruntiv. *Visnyk KhNAU. Gruntoznavstvo*, 4, 3-8. Retrieved from [http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/V-Harkivskogo-NAU/V-Harkivskogo-NAU\\_grunt/2008-4/pdf/2008\\_04\\_01.pdf](http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/V-Harkivskogo-NAU/V-Harkivskogo-NAU_grunt/2008-4/pdf/2008_04_01.pdf). [in Ukrainian]

Schwarz, B., Barnes, A.D., Thakur, M.P. (2017). Warming alters energetic structure and function but not resilience of soil food webs. *Nature Climate Change*, 7, 895-900.

Sokolov, I.A., Targul'yan, V.O. (1976). Vzaimodeystvie pochv i sredy: pochva-pamyat' i pochva-moment. In Izuchenie i osvoenie prirodnoy sredy, 150-164. [in Russian]

The maximum permissible concentration (MPC) of chemicals in the soil. (2006). Hygienic standards GN 2.1.7.2041-06 from 1-st April 2006. Moscow: Federal'nyy tsentr gigeny i epidemiologii Rospotrebнадзора. Retrieved from <http://gostfr.com/normadata/1/4293850/4293850511.pdf>. [in Russian]

Vodianytskiy, Yu.N. (2005). Izuchenie tyazhelykh metallov v pochvakh. Moscow: GNU Pochvennyy institut im. V.V. Dokuchaeva RASKHN. [in Russian]

Wagg, C., Bender, S.F., Widmer, F., van der Heijden M.G.A. (2014). Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111, (14). DOI: 10.1073/pnas.1320054111

S. Smyrnova, PhD (Geol.),  
E-mail: smsmyrnova78@gmail.com,  
Petro Mohyla Black Sea National University,  
10 68 Marines Str., Mykolaiv, 54000, Ukraine;  
V. Smyrnov, PhD (Geol.),  
E-mail: vnsmirnov79@gmail.com;  
R. Babushkina, PhD (Agri.),  
E-mail: ruslanabab@ukr.net,  
Kherson State Agrarian University,  
23 Stretenskaya Str., Kherson, 73006, Ukraine

## THE CONCEPT OF THE SOIL BIOGEOSYSTEM

*The conceptual bases of the functional capacity of the soil biogeosystem (SB) are investigated, on which its composition and structure largely depend. Modern approach to understanding the complexity of the processes implemented in the soil cover should be based on the principle of polyfunctionality. The soil cover (in the sense of its length within the biosphere) is located at the intersection of the migration paths of the lithosphere, atmosphere, hydrosphere and biosphere as a whole, which determines its specific role in the complex system of geospheres and its polyfunctionality. Soil heterogeneity has been analyzed (solid, liquid, gaseous, living phases). Each phase is separately characterized, which has its own unique set of characteristics, formed in the process of evolutionary soil formation and is unique throughout the length of landscapes.*

*Attention is focused on the diversity of the genetic nature of soils, which reflects their functional properties. The reflection of the genetic identity of soil, as a function of the environmental conditions of its formation, is the morphogenetic structure of the soil profile, which is formed in the process of soil formation.*

*The principle of polyfunctionality of the soil geological system is defined, which describes the totality of processes at the global (biospheric) and biogeocenotic levels. On the one hand (from a global position), the SB determines the evolutionary orientation of biota on Earth, provides a large and small circulation of substances, regulates the chemical composition of the accompanying geospheres (atmosphere, hydrosphere), acts as a bioproductivity factor of terrestrial ecosystems and a battery of non-biogenic substance and energy depot, with the other (from the biogeocenotic position) SB is characterized by a number of physical, chemical, biochemical, and physicochemical functional properties.*

*It has been established that the versatility of the processes that are implemented within the framework of the SB allows us to focus on the conceptual basis of a balanced anthropogenic load, and, consequently, on the preservation of biodiversity and humans as a biological species.*

*Keywords: soil cover, soil multifunctional, biogeocenotic functions of soil, soil heterogeneity, soil fertility, population-specific level, soil polyphase, biophase, migration, homeostasis.*

С. Смирнова, канд. геол. наук, доц. (бвз),  
E-mail: smsmyrnova78@gmail.com,  
Черноморский национальный университет им. Петра Могилы,  
ул. 68 Десантников, 10, г. Николаев, 54003, Украина;  
В. Смирнов, канд. геол. наук, доц. (бвз),  
E-mail: vnsmirnov79@gmail.com;  
Р. Бабушкина, канд. с.-х. наук, доц.,  
E-mail: ruslanabab@ukr.net,  
Херсонский государственный аграрный университет,  
ул. Сретенская, 23, г. Херсон, 73006, Украина

## КОНЦЕПЦИЯ ПОЧВЕННОЙ БИОГЕОСИСТЕМЫ

*Исследованы концептуальные основы функциональной способности почвенной биогосистемы (ПБ), которые во многом определяют её состав и структуру. Современный подход к пониманию сложности процессов, реализуемых в почвенном покрове, должен базироваться на принципе полифункциональности. Почвенный покров (в смысле его протяженности в пределах биосферы) находится на пересечении путей миграции литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы в целом, что обуславливает его специфическую роль в сложной системе геосфер, его полифункциональность.*

*Проанализирована гетерогенность почвы (твердая, жидкая, газообразная, живая фаза). Охарактеризована отдельно каждая фаза, имеющая свой собственный уникальный и неповторимый набор характеристик, сформированный в процессе эволюционного почвообразования.*

*Акцентируется внимание на пестроту и разнообразие генетической природы почвы, которая отображает их функциональные свойства. Отражением генетической принадлежности почвы, как функции экологических условий ее формирования, является морфогенетическое строение профиля почвы, который сформирован в процессе почвообразования.*

*Определен принцип полифункциональности ПБ, который описывает совокупность процессов на глобальном (биосферном) и биогеоценоотическом уровнях. С одной стороны (с глобальной позиции), ПБ определяет эволюционную направленность биоты на Земле, обеспечивает большой и малый круговорот веществ, регулирует химический состав сопутствующих геосфер (атмосферы, гидросферы), выступает фактором биопродуктивности наземных экосистем и аккумулятором небиогенного вещества и депо энергии, с другой (с биогеоценоотической позиции) - ПБ характеризуется рядом физических, химических, биохимических, физико-химических функциональных свойств.*

*Установлено, что многогранность процессов, которые реализуются в рамках ПБ, позволяет сосредоточиться на концептуальных основах сбалансированной техногенной нагрузки, а, следовательно, на сохранении биоразнообразия и человека как биологического вида.*

*Ключевые слова: почвенный покров, полифункциональность почвы, биогеоценоотические функции почвы, гетерогенность почвы, плодородие почвы, популяционно-видовой уровень, полифазность почвенного покрова, биофаза, миграция, гомеостаз.*