

УДК 631.48

## СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ПОТЕНЦІАЛУ ГРУНТОУТВОРЕННЯ

**А. Кирильчук**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. П. Дорошенка, 41, 79000, м. Львів, Україна*

На сучасному етапі розвитку ґрунтознавчої науки проблемі діагностики потенціалу ґрунтоутворення надають надзвичайно важливого значення, оскільки це безпосередньо пов'язане з відтворенням родючості ґрунтів. Оцінною характеристикою здатності чинників ґрунтоутворення забезпечувати формування ґрунтів і їхніх окремих властивостей за певний проміжок часу є потенціал ґрунтоутворення цих чинників. Детально розглянуто сучасні концепції оцінки потенціалу ґрунтоутворення, запропоновані різними авторами.

*Ключові слова:* ґрунт, чинники ґрунтоутворення, проблема діагностики, оцінка потенціалу ґрунтоутворення.

Понад 100 років тому В. Докучаєв, трактуючи ґрунт як природно-історичне тіло, сформулював положення про ґрунт як “продукт сукупної діяльності” клімату, рослинних і тваринних організмів, гірських порід, віку країни та рельєфу місцевості. Такий підхід мав надзвичайно важливе значення для розвитку природничих наук, оскільки В. Докучаєв уперше визначив функціональний зв'язок між ґрунтовим покривом і найважливішими елементами ландшафту. Інтуїтивне уявлення В. Докучаєва про ґрунт як функцію відображене в запропонованому ним визначенні ґрунту: ґрунт – це постійно мінливі функції від а) клімату..., б) материнських гірських порід, в) рослинних і тваринних організмів, особливо нижчих, г) рельєфу і висоти місцевості і, нарешті, ґрунтового, а частково і геологічного віку країни... [5]. З того часу в науковій літературі періодично обговорюють проблеми, пов'язані безпосередньо з поняттям “ґрунту”, а також з уявленнями про внесок окремих чинників ґрунтоутворення у формування і розвиток ґрунтів.

Концепція потенціалу ґрунтоутворення, уперше розроблена Г. Йенні (1961), набула подальшого розвитку у працях Т. Гільманова (1977), В. Таргульяна (1982), О. Геннадієва (1990). Сучасну розширену концепцію потенціалу ґрунтоутворення запропонували С. Шоба зі співавт. (1999). Автори визначили ґрунтоутворний потенціал природних чинників (ГППЧ) як можливість формування із будь-якого твердофазового субстрату високоорганізованих ґрунтових тіл (профілів, педонів) і загалом ґрунтового покриву. Окрім того, С. Шоба зі співавт. (1999) сформулював два підходи до інтерпретації концепції ГППЧ: інтегральний і диференційований. На особливу увагу з погляду нових підходів до вирішення проблеми оцінки потенціалу ґрунтоутворення заслуговують наукові праці Ф. Лисецького, П. Голеусова, М. Голубця, С. Позняка і Є. Красехи, С. Чорного і О. Єрґіної, В. Михайлюка та ін. [3, 4, 7, 8, 12].

Яскравим прикладом того, що дискусійне питання поняття “ґрунту” не втратило актуальності в сучасній ґрунтознавчій науці, є публікація М. Голубця “Актуальні питання

сучасного ґрунтознавства” [4]. Автор детально проаналізував низку публікацій “...від “Русского чернозема” В. Докучаєва і “Проблем биогеохимии” В. Вернадського до найновіших наукових праць і підручників з ґрунтознавства”. Серед них важливою, на думку автора, є фундаментальна праця С. Нікітіна, у якій він пише про те, що “...під час розкриття проблеми структурно-функціональної організації ґрунтів у наземних екосистемах і біосфері в цілому важливе значення належить з’ясуванню характеру системної організації ґрунту, яка визначає його численні екологічні функції. Завдання це, однак, не просте, оскільки дотепер не мають однозначного трактування вихідні поняття й постулати..., нема єдності думок у питанні, що вважати ґрунтом, який об’єм він займає в просторі, де проходить його нижня межа і які параметри визначають його поліфункціональність” [4, с. 9]. Наводячи чималий перелік публікацій з цього питання, М. Голубець зазначив: “...маємо повну підставу для висновку про те, що ґрунт за показниками структурного аналізу – це біокосне, чотирифазне природне тіло; за показника системного аналізу – це природна система, яка виникає, формується й існує внаслідок взаємодії основних, незамінних ґрунтоутворюючих факторів – твердофазового субстрату (материнської породи) і живої речовини (сукупності живих організмів екосистеми, компонентом якої є ґрунт) в певних часово-кліматичних та рельєфних умовах; за показниками функціонального аналізу ґрунт – це підсистема (живої) наземної екосистеми, в якій реалізується ланка деструкції і ресинтезу органічної речовини в біотичному колівороті, розсіювання синтезованої зеленими організмами сонячної енергії та накопичення вільної енергії у вигляді органічних сполук” [4, с. 13].

Водночас у сучасній ґрунтово-географічній літературі актуальній проблемі вивчення чинників ґрунтоутворення у концептуальному аспекті присвячено не багато публікацій, незважаючи на те, що прикладне значення вчення про чинники ґрунтоутворення є основою генезису, картографування, діагностики та класифікації ґрунтів. Фундаментальні з цієї проблематики наукові праці В. Докучаєва, Г. Йенні, О. Роде [5, 6, 10, 13].

Відомий американський учений-ґрунтознавець Г. Йенні у книзі “Фактори ґрунтоутворення” функціональний зв’язок між ґрунтом і найважливішими чинниками ґрунтоутворення навів у вигляді математичної залежності:

$$S = f(d, o, r, p, t \dots),$$

де  $S$  – ґрунт;  $d$  – клімат;  $o$  – організми;  $r$  – рельєф;  $p$  – порода;  $t$  – час [6].

Наведену формулу необхідно розглядати не як математичне рівняння, а як споглядальну модель. Спроби розв’язати запропоноване рівняння сучасними математичними методами не дали жодного позитивного результату, оскільки кожен компонент правої частини формули становить дуже складну залежну динамічну систему, пов’язану з іншими такими ж системами нескінченною кількістю зв’язків. Тільки у 1977 р. Т. Гільманов уперше виразив формулу Г. Йенні у диференціальній формі, де повний диференціал функції багатьох змінних дорівнює сумі окремих диференціалів за цими змінними. Таке розкладання функції цілком конкретне і може мати комп’ютерне вирішення:

$$X^s(t) = F(X_0^s, V^s, C^s, t),$$

де  $X^s(t)$  – стан, у який перейде система  $S$  (ґрунт), яка в момент  $t = 0$  перебувала у початковому стані  $X_0^s$ ;  $F$  – оператор, який дає змогу побудувати алгоритм ЕОМ;  $V^s$  – вхідні змінні системи  $S$ ;  $C^s$  – параметри системи  $S$ ;  $t$  – час ( $0 \leq t \leq T$ ) (Гільманов, 1977).

У докучаєвському визначенні ґрунту як функції множників-ґрунтоутворювачів і у подальшій імітаційній математичній моделі цього визначення домінує таке положення: усі множники є змінними, і ґрунт однаковою мірою є результатом їхньої сукупної дії на визначений момент часу (ґрунт-момент). Ґрунт як відкрита система настільки динамічний, а чинники-ґрунтоутворювачі настільки взаємопов'язані, що зміна одного чинника є підставою для зміни інших чинників. В. Докучаєв особливу увагу звертає на те, що коли множники-ґрунтоутворювачі, змінюючись, збережуть попередні відношення, то добуток – ґрунт (функція) – не зміниться. Проте якісна зміна чинників-ґрунтоутворювачів упродовж тривалого часу веде до розвитку ґрунту, його еволюції; система прагне досягти нового зрівноваженого стану відповідно до нових умов, період якого залежить від чутливості системи [5, 8].

Комплексно аналізуючи проблему співвідношення ґрунту і чинників-ґрунтоутворювачів, яку дискутують у ґрунтознавчій літературі від часу появи праць В. Докучаєва, найважливіші погляди з цього питання С. Позняк і Є. Красєха згрупували так. 1. “При формуванні ґрунту усі чинники є рівнозначними, і ґрунт є їхньою функцією...”. 2. “При рівнозначності клімату, біоти, рельєфу і ґрунтоутворних порід, такий чинник як час виділяють в особливу категорію...”. 3. “Принцип рівнозначності чинників ґрунтоутворення передбачає принцип незамінності, який підтверджує, що усі чинники не тільки рівнозначні, але й незмінні у формуванні ґрунтів...”. 4. “...Вирішення функціональної залежності ґрунтів від чинників ґрунтоутворення у вигляді певних математичних залежностей так і не знайдено саме через дуже складні взаємозв'язки між т. зв. “незалежними змінними”...”. 5. “Усі чинники ділять на дві групи 1) чинники донори речовини і енергії, що знаходяться на вході ґрунту як каскадної системи; 2) контролюючі чинники. До першої групи належать: а) чинники, що складають екзогенний потенціал середовища (ЕПС). Це опади, сонячна радіація і біота; б) чинник-приймач, що відбиває екзогенну мінливість субстрату (ЕМС). Цим чинником є ґрунтоутворна порода”. До групи чинників, які контролюють умови ґрунтоутворення і просторову організацію педосфери належать: а) рельєф як чинник-трансформатор ЕПС, що визначає топографію субстрату і геометрію структури ґрунтового покриву (СГП); б) час, що контролює тривалість ґрунтоутворення й умови просторової організації педосфери”. 6. “Докучаєвські чинники ґрунтоутворення є, власне кажучи, чинниками функціонування і розвитку всіх поверхнево-планетарних екзогенних біокосних систем...”. 7. “Принцип провідного чинника і рівнозначності умов формування ґрунтів у сучасному ґрунтознавстві найчастіше обговорюється у різних публікаціях” [8, с. 9–12].

Оцінною характеристикою здатності компонентів географічного середовища як чинників ґрунтоутворення забезпечувати формування ґрунтів та їхніх окремих властивостей за певний проміжок часу є потенціал ґрунтоутворення (ПГ) цих чинників. Концепція потенціалу ґрунтоутворення розроблена Г. Йенні та отримала подальший розвиток у працях В. Таргульяна і О. Геннадієва [2, 11, 13].

Достатньо розгорнуту концепцію оцінки потенціалу ґрунтоутворення запропонували декілька авторів, зокрема, С. Шоба, М. Герасимова, В. Таргульян та ін. [9]. С. Шоба зі співавторів трактує ґрунтоутворний потенціал природних чинників як здатність формувати з будь-якого твердофазового субстрату складно організовані (упорядковані) ґрунтові тіла (профілі, педони) і ґрунтовий покрив, а також найбільш динамічно збалансовані і функціонально стійкі ґрунтові системи, які розглядають як підсистеми – підземний ярус – в екосистемах, біогеоценозах, ландшафтах”. Ці вчені також запропонували два підходи до інтерпретації концепції ПГПЧ: інтегральний, який ґрунтується на дослі-

дженні сукупної дії всіх чинників, і диференційований, який передбачає аналіз “індивідуальних” потенціалів (ПГ) окремих чинників ґрунтоутворення [9].

У межах другого підходу С. Шоба зі співавт. виділяють *ПГ клімату і біоти* (уперше – Таргульян, 1982), *ПГ материнських порід* (раніше – Алябіна, 1998) і *ПГ рельєфу*, проте останній ПГ значно визначає формування ґрунтового покриву, а не окремих ґрунтів [9].

*ПГ клімату і біоти* – flux-factor, потокові чинники, чинники-“агресори” – оцінюють щодо їхньої здатності змінювати конкретний ґрунтоутворний субстрат за визначений відтинок часу в найскладніше організовану і найбільш функціонально рівноважну та стійку ґрунтову систему (тіло, покрив). Це, насамперед, екзогенний потенціал дії, зміни, формування нових властивостей, структур і функцій [9].

*ПГ материнських порід* або вихідного субстрату – site-factor, чинник-рецепієнт, чинник-трансформатор або точніше потенціал трансформації, перетворення породи в ґрунт. Цей потенціал оцінюють за здатністю конкретної породи трансформуватися в нову речовину, нові структури (мінерали, педи) і/або акумулювати в собі нові новоутворені у процесі педогенезу речовини і структури (гумус, фітоліти, копроліти тощо) [9].

*ПГ рельєфу* - site-factor, чинник-рецепієнт – перерозподілювач потоків вологи і розчинів – оцінюють здатністю формувати максимальне різноманіття властивостей ґрунтів, горизонтів і профілів, тобто максимально різноманітний у просторі ґрунтовий покрив за умов заданого клімату та заданої різноманітності або одноманітності материнських порід [9].

Колектив учених під керівництвом С. Шоби запропонував різні варіанти оцінки реалізації ґрунтоутворного потенціалу природних чинників. На практиці здебільшого застосовують чотири критерії реалізації ГППЧ – профільно-горизонтний (результат сукупної дії “індивідуальних” потенціалів), мінералого-трансформаційний (ступінь трансформації мінералогічного і гранулометричного складу вихідної породи), органо-профільний (реалізація органо-акумулятивної функції ґрунтів) і ємнісно-сорбційний (зіставлення реальної ємності катіонного обміну з теоретичною) [9].

Незважаючи на практичну і методичну необхідність використання “диференційованого” підходу до оцінки ГППЧ, деякі науковці, зокрема О. Геннадієв, Ф. Лисецький, П. Голеусов, В. Михайлюк, О. Єрґіна та інші, віддають перевагу “інтегральному” підходу. Застосування “інтегрального” підходу до оцінки потенціалу ґрунтоутворення, на думку зазначених авторів, дає змогу досліджувати ґрунт не тільки як продукт сукупної дії всіх природних чинників, а також як інтегральний результат реалізації їхніх потенціалів ґрунтоутворення. Зокрема, В. Михайлюк, розглядаючи тріаду ґрунтоутворні потенціали–ґрунтові процеси–динамічні ґрунти не як формулу-послідовність, а як задану для аналізу систему, зазначає, що її насамперед необхідно розглядати як парагенетичний і динамічний інтегральний комплекс, який має певні функції загалом. Сукупність взаємодійних чинників ґрунтоутворення, ґрунтових процесів і ґрунтів відображає всі особливості ґрунтоутворення території – комплекс елементарних ґрунтових процесів, структуру ґрунтового покриву (СГП), тренд розвитку окремих ґрунтів і СГП, парагенезис компонентів системи і підсистем тощо. Іншими словами, відповідну територію характеризують певним *ґрунтоутворним режимом*, як комплексом (парагенезисом) ґрунтоутворних потенціалів чинників ґрунтоутворення, комплексом ґрунтоутворних процесів, що мають певний просторово-часовий режим функціонування, відповідною ди-

намічною структурою ґрунтового покриву з ґрунтами, що впливають на функціонування чинників і процесів ґрунтоутворення.

Запропонована автором концепція *ґрунтоутворного режиму території* (ГРТ) дає змогу аналізувати і моделювати не тільки окремі процеси або дії чинників на процеси і ґрунти, а й цілісну систему. Досить важливою в цьому разі є можливість визначити, наприклад, буферність системи загалом, еволюцію і тренд розвитку системи, провести відповідну систематизацію за структурою, типом розвитку (динаміки), особливостями взаємодії компонентів системи тощо. Аналіз ґрунтоутворення через концепцію ГРТ повною мірою забезпечує положення потенціалу ґрунтоутворення, оскільки дає змогу обґрунтувати багатоваріантні шляхи еволюції ґрунтів і ґрунтового покриву, у тому числі ризики й катастрофічні зміни ґрунтоутворення, та створити прогностичні моделі ґрунтів і СГП [2, 3, 7, 12].

Надзвичайно перспективним щодо вирішення проблеми оцінки потенціалу ґрунтоутворення є біоенергетичний підхід, уперше обґрунтований В. Волобуєвим ще 1959 р. [1]. Автор запропонував ефективність процесу ґрунтоутворення оцінювати на підставі функції  $Q$  – показника річних витрат радіаційної енергії на ґрунтоутворення, ккал/(см<sup>2</sup>·рік), який обчислюють за значеннями радіаційного балансу ( $R$ ) і річного коефіцієнта зволоження ( $K$ ). У пізнішій науковій праці В. Волобуєв модифікував один з коефіцієнтів авторської формули, інтерпретуючи його як біологічну складову енергетики ґрунтоутворення [1]. П. Голеусов і Ф. Лисецький зазначили, що така модифікація дає змогу застосовувати апріорі діагностику біокліматичного потенціалу ґрунтоутворення [3].

Зазначимо, що сьогодні вивченню енергетичної складової ґрунтоутворних порід і рельєфу місцевості в загальній енергетиці ґрунтоутворення та оцінці енергетичного потенціалу ґрунтоутворення цих чинників присвячено небагато публікацій. Серед них на особливу увагу заслуговують праці Ф. Лисецького, П. Голеусова, С. Чорного і О. Єрґіної та ін. У більшості випадків учені аналізують потенціал ґрунтоутворення різноманітних субстратів материнських порід на датованих поверхнях і/або в умовах антропогенно порушених ландшафтів. Це зумовило появу нового поняття “регенераційний потенціал ґрунтоутворення”, запропонованого П. Голеусовим. Регенераційний потенціал ґрунтоутворення оцінюють на підставі двох взаємопов’язаних компонентів: діагностики ґрунтоутворного потенціалу природних чинників і оцінки ступеня порушення ґрунтів [3, 12].

Отже, наведені вище та інші сучасні підходи до проблеми оцінки потенціалу ґрунтоутворення мають важливе значення для інтерпретації фундаментальних питань ґрунтознавчої науки – генезису (онтогенезу), географії і екології ґрунтів, раціонального використання, відтворення й охорони ґрунтів, очевидно, тому їхня подальша методична і практична спрямованість буде тісно пов’язана з новими теоретичними узагальненнями саме в цій царині.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Волобуєв В. Р.* Введение в энергетику почвообразования / В. Р. Волобуєв. – М. : Наука, 1974. – 128 с.
2. *Геннадиев А. Н.* Почвы и время: модели развития / А. Н. Геннадиев. – М. : Изд-во МГУ, 1990. – 232 с.
3. *Голеусов П. В.* Воспроизводство почв в антропогенно нарушенных ландшафтах лесостепи / П. В. Голеусов, Ф. Н. Лисецкий.–М. : ГЕОС, 2009. – 210 с.

4. *Голубець М. А.* Актуальні питання сучасного ґрунтознавства / М. А. Голубець // Ґрунтознавство. – 2008. – Т. 9. – № 1–2. – С. 9–18.
5. *Докучаєв В. В.* Сочинения / В. В. Докучаєв. – М. : Изд-во АН СССР, 1949. – Т. 1. – 460 с.
6. *Иенни Г.* Факторы почвообразования / Г. Иенни. – М. : Изд-во иностр. л-ры, 1948. – 348 с.
7. *Михайлюк В. І.* Ґрунти заплав малих і середніх річок Північно-Західного Причорномор'я : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геогр. наук: 11.00.05. / Михайлюк Віктор Іванович; Львівський нац. ун-т імені Івана Франка. – Львів, 2002. – 37 с.
8. *Позняк С. П.* Чинники ґрунтоутворення: навч. посіб. / С. П. Позняк, Є. Н. Красеха. – Львів : Видав. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 400 с.
9. Почвообразующий потенциал почвообразующих факторов / [С. А. Шоба, М. И. Герасимова, В. О. Таргульян и др. // Генеза, географія та екологія ґрунтів : зб. наук. праць. – Львів, 1999. – С. 90–92.
10. *Роде А. А.* Факторы почвообразования и почвообразовательный процесс / А. А. Роде // Генезис почв и современные процессы почвообразования. – М. : Наука, 1984. – С. 137–146.
11. *Таргульян В. О.* Развитие почв во времени / В. О. Таргульян // Проблемы почвоведения. – М. : Наука, 1982. – С. 108–113.
12. *Черный С. Г.* Почвообразовательный потенциал ландшафтов Крымского полуострова / С. Г. Черный, Е. И. Ергина // Уч. зап. Таврич. ун-та. Сер. география. – 2004. – Т. 17 (56). – № 4. – С. 173–180.
13. *Jenny H.* Derivation of state equations of soil and ecosystems / H. Jenny // Soil. Sci. Soc. Am. Proc. – 1961. – Vol. 25. – P. 385–388.

*Стаття: надійшла до редакції 25.04.2013*

*доопрацьована 16.06.2013*

*прийнята до друку 12.07.2013*

## CONTEMPORARY APPROACHES TOWARDS THE PROBLEM OF EVALUATION OF SOIL FORMATION POTENTIAL

**A. Kyrylchuk**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
P. Doroshenka Str., 41, 79000, Lviv, Ukraine*

At the given stage of soil science development the problem of soil formation potential diagnostics is of great importance, for it is directly linked to the soil fertility reproduction. The evaluative characteristic of soil formation factor ability to provide the formation of soils and their specific properties within a certain period of time is the soil formation potential of those factors. The article reviews in detail contemporary conceptions of soil formation potential evaluation proposed by different authors.

*Key words:* soil, soil formation factors, the problem of diagnostics, the evaluation of soil formation potential.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОБЛЕМЕ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

**А. Кирильчук**

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко,  
ул. П. Дорошенко, 41, 79000, г. Львов, Украина*

На данном этапе развития почвоведения проблема диагностики потенциала почвообразования имеет чрезвычайно большое значение, поскольку это напрямую связано с воспроизводством почвенного плодородия. Оценочной характеристикой способности природных факторов обеспечивать формирование почв и их отдельных свойств за определенный промежуток времени является почвообразовательный потенциал факторов почвообразования. Детально рассмотрено современные концепции оценки потенциала почвообразования, предложенные разными авторами.

*Ключевые слова:* почва, факторы почвообразования, проблема диагностики, оценка потенциала почвообразования.