

УДК 631.618:633.2.031
© 2017

О.В. ЖУКОВ,
доктор біологічних наук

Г.О. ЗАДОРЖНА,
кандидат біологічних наук

В.І. КОЦУН,
аспірант

М.С. МІЗІН,
студент магістратури

Дніпропетровський національний
університет імені Олеся Гончара –
Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет,
Україна

E-mail: zhukov_dnipro@ukr.net

просп. Ю. Гагаріна, 72, м. Дніпро
вул. С. Єфремова, 25, м. Дніпро

ДЕРНОВО-АЛЮВІАЛЬНІ ҐРУНТИ
У ЗАПЛАВІ Р. ДНІПРО В МЕЖАХ
ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА
“ДНІПРОВСЬКО-ОРІЛЬСЬКИЙ”:
МОРФОЛОГІЯ
ТА ПРОФІЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ
ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

У заплаві р. Дніпро 8 червня 2017 р. закладено два розрізи в прирусловій діброві. Розріз № 1 знаходиться в 3 м від русла протоки р. Дніпро на найвищій частині прируслового валу. Розріз № 2 закладено вздовж русла річки в 45 м від розрізу № 1 та у 20 м від русла, на схилі прируслового валу. Описані ґрунти діагностовано як алювіальний дерновий лісовий шаруватий нормальний та короткопрофільний ґрунт. Профільне варіювання електропровідності, вологості, щільності та твердості ґрунту вказує на те, що в досліджених едафотопах екологічні режими не виходять за критичні границі, здатні обмежувати існування більшості мешканців ґрунту. Профільний розподіл твердості можна охарактеризувати як комбінацію типів регресивно-елювіального – верхня та прогресивно-елювіального – нижня частини ґрунту. Досліджені фізичні характеристики відрізняються узгодженою динамікою профільного розподілу. Такі фізичні показники, як вологість і щільність на фоні урахування глибини горизонту здатні статистично вірогідно пояснити 87 % варіювання твердості профілем досліджених ґрунтів. Спостережуваний профільний розподіл ґрунтової ознаки являє собою суперпозицію декількох специфічних патернів, які обумовлені особливостями генезису ґрунту.

Ключові слова: морфологія ґрунтів, алювіальні ґрунти, заплава, фізичні властивості, твердість ґрунту, електропровідність ґрунту.

Постановка проблеми. Заплави відносяться до числа найбільш молодих та динамічних елементів рельєфу. Вони сфор-

мувалися в голоцені і продовжують активно розвиватися [12]. Заплавні екосистеми є складними природними комплексами, які

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ

характеризуються значною просторовою варіабельністю [18, 19, 21]. Ґрунти в заплавах місцеперебування зазнають впливу ерозійних процесів та явищ седиментації, а також трансформації та транслокації речовини, що в цілому має своїми наслідками постійний вплив, який формує жилки та прошарки піщаних або глинистих відкладень та різного ступеня накопичення гумусу [22]. На ґрунтоутворення заплавних ґрунтів суттєво впливають процеси утворення підстилаючої та ґрунтоутворювальної порід, варіабельність рівня стояння ґрунтових вод, минулі та поточні швидкості потоку води в річці, позиції рельєфу, наближення до русла річки або греблі та антропогенні фактори [22]. Заплавні ґрунти розглядаються як складні полігенетичні та поліхронні утворення, що відображають давні етапи літо- і педогенезу та геоморфолого-геологічну будову річкових долин [9].

Заплава Дніпра формується за фуркаційним типом – меандрування майже не розвинене. Генетичні зони сучасної заплави, утворені внаслідок фуркації русла, накладаються на генетичні зони, пов'язані зі ступенем віддаленості від головного річища, тобто зі затуханням алювіальної напруженості. Рельєф заплави розглядається як рельєф системи сегментів, у межах кожного з яких формуються прируслові, центральні заплавні та притерасні рослинні умови [8]. Територія заплави періодично вкривається паводковими водами, після спаду яких на ґрунтовій поверхні залишається намул, котрий визначає морфологічні особливості, властивості, родючість і літологію алювіальних ґрунтів. Унаслідок неоднакового режиму паводкових вод у різних частинах заплави алювіальні ґрунти утворюють складну мозаїчну структуру ґрунтового покриття [7].

У прирусловій заплаві в межах природного заповідника "Дніпровсько-Орільський" на піщаному шаруватому алювії утворюються алювіальні дернові ґрунти [7]. У типі алювіальних дернових ґрунтів чотири підтипи: дернові примітивні, дернові слаборозвинені, дернові короткопрофільні та власне дернові [11]. Особливістю їх водного режиму є слабка участь підґрунтових вод у зволоженні профілю через обмежену висоту капілярно-

го підняття води в пісках. Ознаки оглеєння в них слабо виражені або відсутні. Найбільш поширені короткопрофільні види цих ґрунтів з потужністю гумусованих горизонтів від 15 до 45 см; уміст гумусу в них – 1–1,5 % [7]. Алювіальні дернові ґрунти формуються на найвищих ділянках заплави. Профіль цих ґрунтів складається з трьох генетичних горизонтів – гумусово-аккумулятивного (Н), перехідного (Ph) і материнської породи (Р). Гумусовий горизонт сірого кольору, вологий, ущільнений, середньосуглинковий, грудкувато-зернистої структури. Потужність коливається у межах 20–25 см. Перехідний до породи горизонт шаруватий, з чергуванням сірих та іржавих прошарків [10].

Ґрунти являють собою важливий аспект біологічного різноманіття, формують мету та умову його збереження. Тому вивчення різноманіття ґрунтів природного заповідника "Дніпровсько-Орільський" є важливою та актуальною проблемою. Особливого значення набуває вивчення заплавних ґрунтів, які характеризуються великою строкатістю своєї організації складності процесів ґрунтогенезу. На основі дослідження просторово-часової динаміки, зокрема твердості ґрунту, обґрунтовано існування екоморф едафотопів [2, 5, 23]. Важливими генетичними та екологічними показниками ґрунту є й інші фізичні характеристики – електропровідність, щільність, вологість [2–6, 13, 23].

Метою роботи стало дослідити морфологічні особливості алювіальних ґрунтів у заплаві р. Дніпро в межах природного заповідника та встановити закономірності профільного розподілу заданих фізичних властивостей ґрунту.

Матеріали та методи. Рельєф території природного заповідника "Дніпровсько-Орільський" представлений формами алювіального походження Придніпровської низовини. Тут простежуються три тераси: найнижче положення займає добре розвинена заплавна тераса, перетята в різних напрямках численними потоками, усіяна озерами і болотами, котра тягнеться смугою вздовж Дніпра на 16 км. У найширшій частині, в Таромському уступі, вона досягає 2 км, а в найвужчій, у Миколаївському – 1 км.

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ

Заплава представлена шаруватим сучасним алювієм: нижні його верстви – русловою фацією, сформованою при спаді рівня води внаслідок осідання наносів, під час планової деформації русла. Заплава вкрита численними озерами, частина яких перетворилася на болота, і порізана мережею звивистих або серпоподібних стариць і проток [7].

У заплаві р. Дніпро 08.06.2017 р. було закладено два розрізи в прирусловій діброві (рис. 1). Розріз № 1 – у 3 м від русла протоки р. Дніпро на найвищій частині прируслового валу; розріз № 2 – у 45 м від № 1, уздовж по руслу річки, та у 20 м від русла, на схилі прируслового валу.

Через кожні 5 см від поверхні ґрунту в триразовій повторності була виміряна електрична провідність ґрунту (*apparent soil electrical conductivity* – EC_a) за допомогою сенсора HI 76305 (Hanna Instruments, Woodsocket, RI) [5]. Сенсор являє собою сталевий амперметричний зонд, який вводиться безпосередньо у ґрунт, працює разом із портативним приладом HI 993310. Тестер швидко і точно оцінює загальну електропровідність ґрунту, тобто об'єднану провідність ґрунтового повітря, ґрунтової вологи та часток твердої фази ґрунту. Результати вимірювань приладу представлені в одиницях насиченості ґрунтового розчину солями – г/л. Однак під-

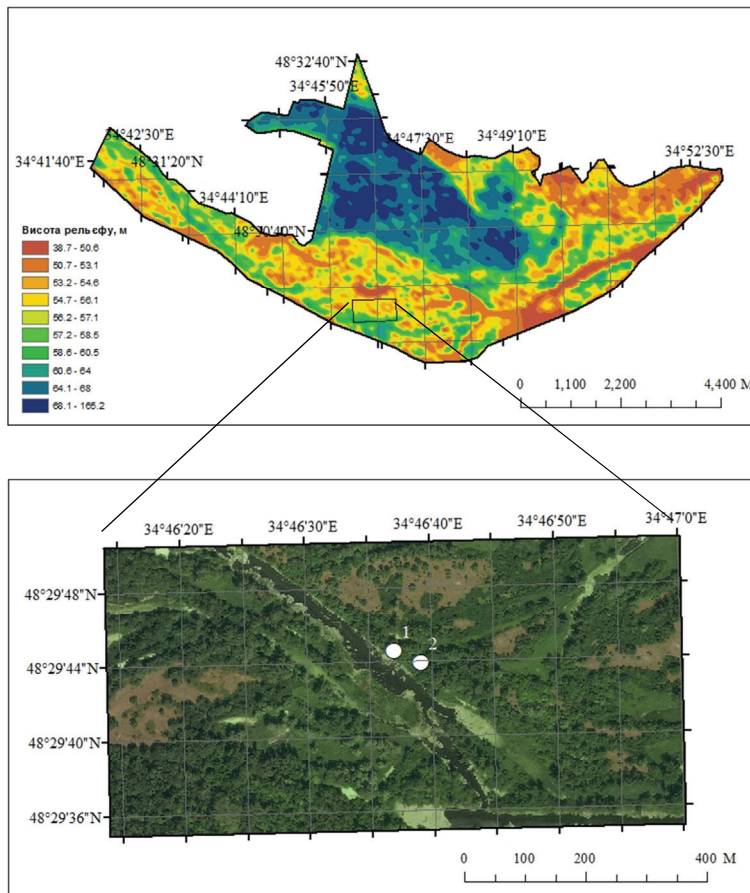


Рис. 1. Розміщення розрізів: А – контур природного заповідника "Дніпровсько-Орільський" та просторове варіювання висоти рельєфу; Б – виноска з карти А з розміщенням розрізів у прирусловій заплаві (знімок зі супутника DG, джерело – maps.ovl.com)

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ

креслимо, що між насиченістю ґрунтового розчину солями й електропровідністю немає однозначного зв'язку. Коефіцієнт переведення одиниць електропровідності (дСм/м – дециСіменс на метр) в одиниці солоності (мг/л) варіює від 1 дСм/м=640 мг/л до 1 дСм/м=700 мг/л, що залежить від якісного складу розчинних солей. Порівнювання результатів вимірювань приладом HI 76305 із даними лабораторних досліджень дали змогу оцінити коефіцієнт переведення одиниць: 1 дСм/м=155 мг/л [17, 20].

Вимір твердості ґрунтів зроблений в польових умовах за допомогою ручного пенетрометра Eijkelkamp з інтервалом 5 см. Середня погрішність результатів вимірів приладу становить $\pm 8\%$. Виміри здійснені конусом з розміром поперечного перерізу 2 см². У межах кожного розрізу твердість ґрунту вимірювали в 10-разовій повторності.

Щільність ґрунту визначали за допомогою методу Качинського, вологість – ваговим методом [1]. Морфологічне описання профілю ґрунтів виконано за Б.Г. Розановим [14]. Для формалізованого опису отриманих емпіричних даних використовували експертний метод типізації профілів. У даний час описано 12 експертних типів профільних розподілів речовин (гумусу, мулистих частинок, карбонатів, гіпсу, водно-розчинних солей, R₂O₃, кремнезему, вторинних мінералів, конкрецій) в різних ґрунтах [14]. Найменування типів відображають характер ґрунтоутворювальних процесів та їх приуроченість до різних частин профілю. При цьому картини профілів гранично формалізовані, що дозволяє використовувати даний метод типізації для опису профільних змін різних ґрунтових властивостей [15].

Результати дослідження та їх обговорення. *Опис профілю розрізу № 1* (рис. 2). Характер поверхні ґрунту відносно рівний килимовий, є лісова підстилка з листя, що не розклалося, потужністю 2–3 см, проективне покриття – 70–80 %. Ґрунтоутворювальна порода – алювіальний пісок. Розкритий рівень ґрунтових вод – 117 см. Глибина коренів деревних порід і чагарників – до 70 см. Великих позагоризонтних тріщин не спостерігається. Зустрічаються окремі сліди діяль-

ності ґрунтових безхребетних, які на перемішування горизонтів істотно не впливають. Відзначено тенденцію до оглеювання у вигляді плям рудого кольору на глибині нижче 50 см. Видимих новоутворень, карбонатних уламків, скупчення солей немає. Складення ґрунту щільне. Ґрунт шаруватий, переходить різкі за кольором. Генетичний тип профілю – гумусовий диференційований:

H₀ (2–0 см) – лісова підстилка з проективним покриттям 80 %;

H_d (0–6 см) – поверхневий гумусово-аккумулятивний, дерновий. Темно-сірувато-бурого кольору. Свіжуватий. Середній суглинок. Пухкого складення, сильно переплетений кореневими системами трав'янистих рослин. Агрегований, дрібногоріхувата структура, превалюють агрегати 5–8 мм. Рясно корененасичений. Спостерігаються тріщини шириною до 1 мм, довжиною 2–3 см, які йдуть в різних напрямках. Деяка переритість тваринами. Перехід за кольором, структурою та механічним складом різкий, хвилястий;

H (6–18 см) – гумусово-аккумулятивний. Сірувато-бурий з палевим відтінком. Свіжуватий. Легкий суглинок. Рясно корененасичений. Горіхувато-грудкувата структура. Спостерігаються вкраплення коренів, що розкладаються, які більш гумусовані та пухкі. Складення щільне. Перехід плавний за агрегатною структурою та складенням;

H_p (18–38 см) – перехідний горизонт. Сірувато-бурий з палевим відтінком. Свіжуватий. Легкий суглинок. Грудкувата структура. Рясно корененасичений. Спостерігаються вкраплення коренів, що розкладаються, які більш гумусовані та пухкі. Складення більш щільне. Перехід чіткий за кольором, хвилястий;

R_{а1} (38–46 см) – алювіальний горизонт. Світло-жовтий з іржавими потьокками. Пісок. Тріщин немає. Свіжий, неструктурований. Фрагментарно спостерігаються корені деревних і чагарникових рослин. Перехід нечіткий шириною 2–3 см за кольором;

[H1] (46–62 см) – перший похований гумусово-аккумулятивний горизонт, неструктурований. За кольором у межах горизонту здійснюється плавний перехід від темно-бурого до світло-бурого. Фрагментарні корені,

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ

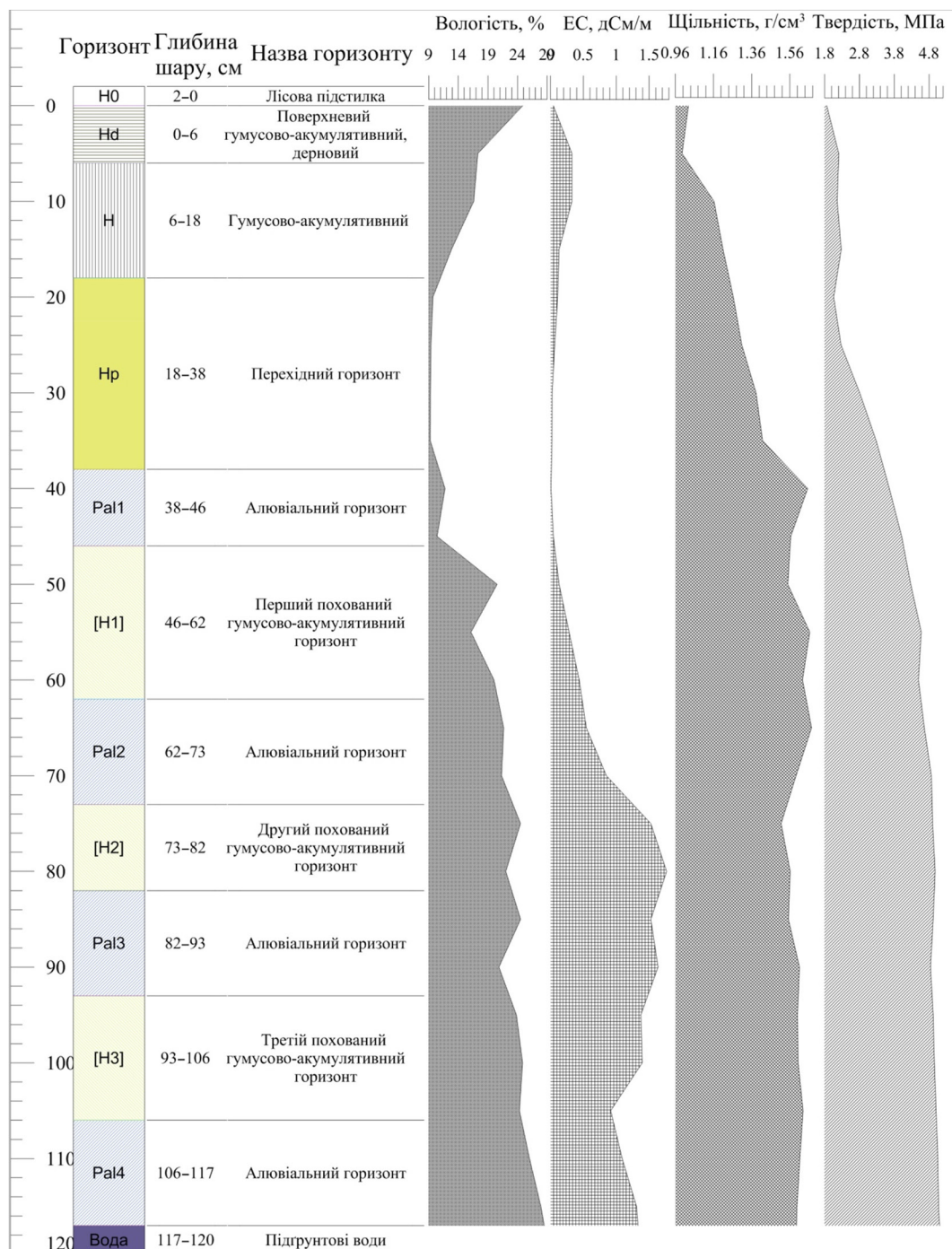


Рис. 2. Морфологічна будова профілю ґрунту розрізу № 1 у приуслівій заплаві р. Дніпро

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ

тріщин немає. Супісок. Свіжий. Перехід за кольором плавний, зона переходу шириною 1,5 см;

P_{al2} (62–73 см) – алювіальний горизонт. Мармуровий: на тлі світло-палевого кольору іржаві плями 1,5–2,0 см у діаметрі. Неструктурований, тріщин немає. Свіжий. Пісок. Перехід за кольором різкий;

[H2] (73–82 см) – другий похований гумусово-аккумулятивний горизонт. Світло-сірий з іржавими плямами. Спостерігаються вкраплення гумусованих коренів. Піщаний, неструктурований. Перехід за кольором різкий.

P_{al3} (82–93 см) – алювіальний горизонт. Мармуровий. Внутрішня горизонтальна шаруватість за кольором: руді плями і темно-сірі хвилясті мікрошари мають переважно горизонтальний напрямок. Зрідка зустрічаються гумусовані рештки коренів, що розкладаються. Перехід за кольором різкий;

[H3] (93–106 см) – третій похований гумусово-аккумулятивний горизонт. Світло-сірий з іржавими плямами. По центру пролягає світла палева смуга. Піщаний, неструктурований. Перехід за кольором різкий;

P_{al4} (106–117 см) – алювіальний горизонт. Пісок вологий, сірий, межує з водою.

Робоче визначення ґрунту: алювіальний дерновий лісовий шаруватий нормальний ґрунт.

Вологість ґрунту на дату відбору проб варіює від 9,3 до 28,5 %. У верхньому шарі вологість становила 24,9 %. Із збільшенням глибини відбувалося різке зменшення цього показника до рівня 9,3 % у шарах 30–35 см, після чого вологість хвилеподібно зростала, сягаючи максимального значення на межі з підґрунтовими водами. Гетерогенність будови ґрунту приводить до складного характеру профільного розподілу вологи. Цей розподіл можна оцінити як комбінацію регресивно-аккумулятивного типу (верхня частина профілю), який переходить у прогресивно-елювіальний тип (нижня частина профілю).

Електрична провідність ґрунту в межах профілю варіює від 0,01 до 1,76 дСм/м. Критичний рівень засолення, який токсично впливає на рослини, становить 2 дСм/м [16]. Таким чином, у межах профілю засолення не сягає критичних значень. У верхньо-

му шарі електрична провідність становить 0,04 дСм/м. На глибині 10–15 см спостерігається локальний максимум цього показника. Далі електрична провідність із збільшенням глибини зменшується, а на глибині 55 см відбувається перелом ходу цього показника – починає стрімко зростати. Максимальний рівень електричної провідності встановлений для глибини 95 см. У зоні контакту з підґрунтовими водами електрична провідність становила 1,33 дСм/м, але цій зоні підвищення електропровідності передувало локальний мінімум на глибині 110–115 см. Профіль розподілу електричної провідності найбільшою мірою може бути охарактеризований як аккумулятивно-елювіально-ілювіальний.

Щільність майже монотонно зростає з глибиною. Найнижчий рівень щільності характерний для верхніх шарів ґрунту (0,99–1,03 г/см³). Найбільш різке зростання щільності відбувається до глибини 55 см, після чого цей показник сягає стаціонарного значення 1,51–1,67 г/см³. Профільний розподіл цього показника може бути охарактеризований як прогресивно-елювіальний.

Твердість ґрунту найменша у верхніх шарах. У шарі 0–30 см цей показник варіює в межах 1,86–2,27 МПа. Починаючи з глибини 35 см, відбувається стрімке збільшення твердості до глибини 75–80 см, де сягає 4,86–4,90 МПа; далі швидкість зростання стабілізується і твердість набуває максимуму на найбільшій глибині. Критичний рівень твердості (3 МПа) починає перевищуватися з глибини 35–40 см. Профільний розподіл твердості можна охарактеризувати як прогресивно-ґрунтово-аккумулятивний.

Опис профілю розрізу № 2 (рис. 3). Характер поверхні ґрунту рівний килимовий, є лісова підстилка з листя, що не розклялося, потужністю 2–3 см, проективне покриття – 80 %:

H₀ (2–0 см) – лісова підстилка з проективним покриттям 80 %;

H₀ (0–10 см) – поверхневий гумусово-аккумулятивний, дерновий. Темно-сірий, грудкувато-зернистий, рясно корененасичений, добре структурований. Агрегати частково водостійкі. Свіжуватий. Легкий суглинок.

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ

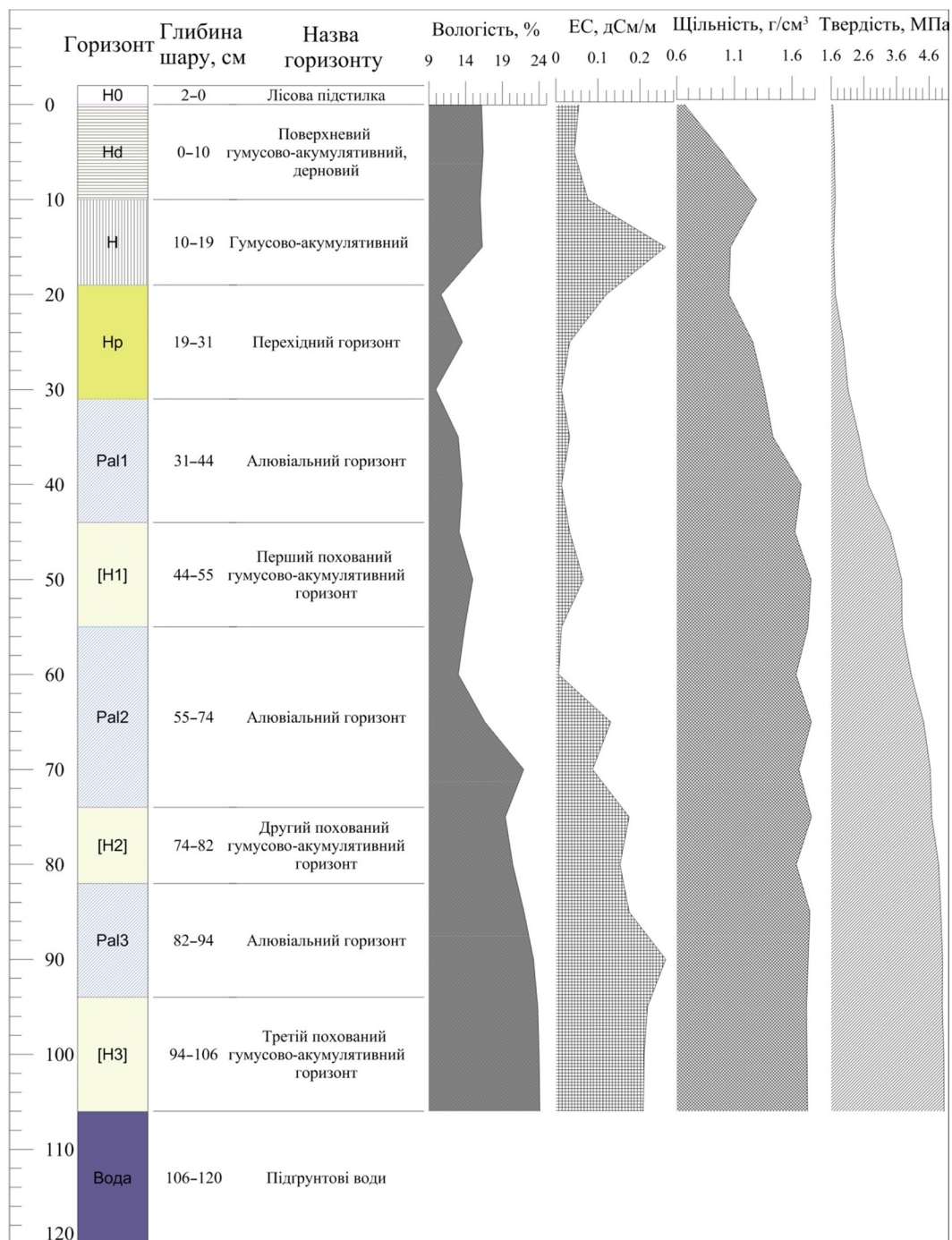


Рис. 3. Морфологічна будова профілю ґрунту розрізу № 2 в прирусловій заплаві р. Дніпро

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ

Пухкого складення, сильнопереплетений кореневими системами трав'янистих рослин. Є копроліти. Тріщини 1,5–2,0 мм завширшки і 2–3 см довжиною, що не мають правильної орієнтації, знаходяться вздовж агрегатних окремоностей. Перехід плавний за складенням;

Н (10–19 см) – гумусово-аккумулятивний. Сірий з палевим відтінком. У межах горизонту перехід за кольором (світлішає з глибиною) і складенням (ущільнюється з глибиною). Складення більш щільне, ніж у попереднього горизонту. Супісок. Менш корененасичений, коренева система мичкувата, корені деревних і чагарникових форм. Агрегатна структура грудкувата. Тріщин немає, перехід плавний;

Н_p (19–31 см) – перехідний горизонт. Більш світлий і більш вологий. Пісок зв'язний. Неоднорідна суміш більш гумусованого матеріалу з піщаної матрицею. Перехід за кольором різкий, межа хвиляста;

Р_{al1} (31–44 см) – алювіальний горизонт. Світло-сірий з палевим відтінком, рудуваті потьoki. Пісок сирий, неструктурований. Корені тільки чагарників або деревних рослин. Вертикальні гумусовані смуги – залишки великих коренів, що розклалися. Перехід за кольором хвилястий;

[Н1] (44–55 см) – перший похований гумусово-аккумулятивний горизонт. Пісок зв'язний. Помірно корененасичений, сірий з палевим відтінком, безструктурний. Включення гумусового матеріалу з коренів деревної рослинності, що розкладаються. Перехід за кольором хвилястий, з потьокami;

Р_{al2} (55–74 см) – алювіальний горизонт. Сірий з палевим відтінком, у верхній частині горизонту іржаві плями, гумусовий матеріал, який затік з попереднього горизонту. Коренів немає, неструктурований. Перехід різкий за кольором, межа хвиляста;

[Н2] (74–82 см) – другий похований гумусово-аккумулятивний горизонт. Сірий, із наростанням темного відтінку з глибиною. Пісок. Шаруватий розподіл гумусових потьоків. Перехід за кольором різкий;

Р_{al3} (82–94 см) – алювіальний горизонт. Палево-сірий, іржаві плями орієнтовані переважно горизонтально. Гумусові потьoki 0,5 см шириною і 2–3 см довжиною у верти-

кальному напрямку. Вологий. Ґрунтові води на рівні 94 см.

Робоче визначення ґрунту: алювіальний дерновий лісовий шаруватий короткопрофільний ґрунт.

Вологість у межах профілю в період дослідження варіювала в межах 9,9–24,1 %. У верхньому шарі 0–15 см вологість становила 15,9–16,4 %. На глибині 20–60 см вологість демонструє хвилеподібний профільний розподіл від 9,9 до 14,9 %. З глибини 65 см відбувається збільшення вологості ґрунту до максимального значення. Профільний розподіл вологи можна оцінити як комбінацію регресивно-аккумулятивного типу (верхня частина профілю), що переходить у прогресивно-елювіальний тип (нижня частина профілю).

Електропровідність в профілі варіює від 0,01 до 0,26 дСм/м. Очевидно, що максимальний рівень значно нижчий, ніж аналогічний показник у розрізі № 1, та нижче критичного для розвитку рослин. У верхньому шарі 0–10 см електропровідність вельми незначна (0,04–0,05 дСм/м). Зі збільшенням глибини відбувається різкий скачок електропровідності у шарі 15–20 см до рівня 0,26 дСм/м. На глибині 25–60 см електропровідність знаходиться на межі чутливості прибору – 0,01–0,06 дСм/м. З глибини 65 см відбувається хвилеподібне зростання електропровідності. Найбільш вірогідно, що профільний розподіл електропровідності є комбінацією елювіально-ілювіального типу та прогресивно-ґрунтово-аккумулятивного.

Щільність демонструє хвилеподібну траєкторію збільшення свого значення від найменшого у верхньому шарі до найбільшого – у найглибшому. Тип профільного розподілу цього показника можна охарактеризувати як прогресивно-елювіальний.

Залежність твердості ґрунту від його глибини найкраще може бути описана сигмоподібною моделлю. Найменше значення твердості характерне для поверхні ґрунту, а найбільше – для найглибших шарів. Збільшення твердості від поверхні відбувається спочатку помалу, з глибини 20–25 см пришвидшується, а з глибини 75–80 см знову уповільнюється. Профільний розподіл твердості можна

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ

охарактеризувати як комбінацію типів регресивно-елювіального (верхня частина ґрунту) та прогресивно-елювіального (нижня частина ґрунту).

Одержані результати свідчать про те, що такі фізичні показники, як вологість та щільність на фоні врахування глибини горизонту здатні статистично вірогідно з'ясувати 87 % варіювання твердості профілем досліджених ґрунтів (табл. 1).

Досліджені ґрунти розрізняються за загальним рівнем твердості. Нормальний ґрунт характеризується більш високими показниками твердості (зважена середня з урахуванням коваріат $4,05 \pm 0,17$ МПа), ніж короткопрофільний ($3,28 \pm 0,20$ МПа).

Цілком зрозуміло, що з глибиною твердість ґрунту зростає (стандартизований регресійний коефіцієнт $0,66 \pm 0,09$). Закономірним є й позитивний зв'язок щільності та твердості ($0,19 \pm 0,06$). Для вказаної конфігурації предикторів електропровідність не

характеризується статистично вірогідним регресійним коефіцієнтом. Певною мірою несподіваним вважаємо позитивний зв'язок між твердістю ґрунту та його вологістю ($0,16 \pm 0,05$).

Якщо до переліку предикторів додати нелінійну компоненту варіювання вологості (W^2), то характер визначення варіювання твердості ґрунту колективом предикторів суттєво зміниться. Уже в разі статистично вірогідного предиктора виступає електрична провідність, а щільність ґрунту тепер не можна розглядати як предиктор. І лінійна, і нелінійна компоненти вологості ґрунту статистично вірогідно визначають твердість. Розрахунки вказують на те, що у профілі досліджених ґрунтів найбільша твердість буде спостерігатися за вологості 19,1 %. Із збільшенням вологості ґрунту від вказаного рівня твердість буде зменшуватися. У разі збільшення вологості від мінімального спостережуваного значення (7,4 %) до рівня настання

1. Загальна лінійна модель впливу фізичних показників на твердість ґрунту

Предиктор	Сума квадратів	Ступінь вільності	Середня сума квадратів	F-відношення	p-рівень
$R^2 = 0,87; F = 182,77; p = 0,00$					
Константа	0,24	1	0,24	0,77	0,38
Глибина, см	15,79	1	15,79	51,03	0,00
Log ₂ EC	0,08	1	0,08	0,25	0,62
Вологість, %	3,10	1	3,10	10,02	0,00
Щільність, г/см ³	2,87	1	2,87	9,26	0,00
Розріз	2,19	1	2,19	7,07	0,01
Помилка	39,91	129	0,31	-	-
$R^2 = 0,89; F = 185,71; p = 0,00$					
Константа	3,24	1	3,24	12,47	0,00
Глибина, см	22,44	1	22,44	86,38	0,00
Log ₂ EC	0,97	1	0,97	3,72	0,05
Вологість, % (W)	8,33	1	8,33	32,08	0,00
W ²	6,67	1	6,67	25,66	0,00
Щільність, г/см ³	0,04	1	0,04	0,16	0,69
Розріз	6,23	1	6,23	24,00	0,00
Помилка	33,25	128	0,26	-	-

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ

2. Кореляція головних компонент та едафічних показників (наведені тільки статистично вірогідні коефіцієнти при $p < 0,05$)

Показник	Головні компоненти та пояснена ними варіабельність		
	PC1; 55,9 %	PC2; 24,0 %	PC3; 12,1 %
Електропровідність (EC), дСм/м	0,81	0,44	-
EC ²	0,83	-	0,43
Вологість (W), %	0,65	-0,59	-0,43
W ²	0,93	-0,21	-
Щільність (D), г/см ³	0,74	0,44	-
D ²	0,85	-	0,40
Твердість (I), МПа	0,65	-0,63	-0,39
I ²	0,95	-0,17	-

екстремуму (вказане 19,1 %) твердість збільшуватиметься з підвищенням вологості. Очевидно, що вказані закономірності залежності твердості ґрунту від його вологості справедливі з урахуванням впливів інших чинників, зокрема для дослідженого діапазону значень вологості.

З метою комплексного дослідження закономірностей узгодженого варіювання едафічних характеристик нами був проведений аналіз головних компонент. Для врахування нелінійних компонент варіювання, що чітко проявили себе в первинному дослідженні профільних розподілів показників, до складу змінних, які піддали аналізу головних компонент, включили також показники, піднесені до другого ступеня (табл. 2).

Проведений аналіз дозволив виокремити три перші головні компоненти, власні числа яких переважають одиницю. Головна компо-

нента 1 описує 55,9 % варіювання простору ознак та корелює з усіма дослідженими змінними. Аналіз профільного розподілу значень цієї головної компоненти підтверджує, що вона вказує на загальний тренд збільшення вологості, електропровідності, щільності та твердості з глибиною (рис. 4). Нелінійні компоненти можуть слугувати маркерами того, що, поряд з найпростішою лінійною моделлю, "втягнута" сигмоподібна форма залежності також може добре описувати варіювання цієї головної компоненти профілем ґрунту. Відзначимо, що для обох розрізів профільний розподіл головної компоненти 1 є досить подібним, і його можна охарактеризувати як такий, що відповідає рівномірно-елювіальному типу.

Головна компонента 2 описує 24,0 % варіювання простору ознак. Вона позитивно корелює з електропровідністю й щільністю

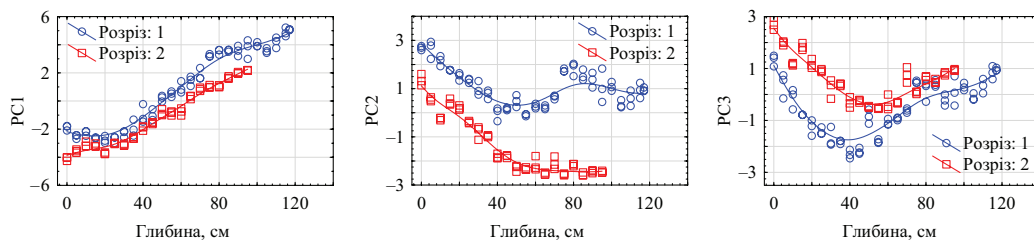


Рис. 4. Варіювання головних компонент 1–3 залежно від глибини шару ґрунту

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ

ґрунту та негативно – з вологістю і твердістю ґрунту. Ця компонента показує взаємозалежності, які дещо не відповідають найбільш типовим патернам взаємозв'язків, той аспект варіювання, за якого збільшення щільності супроводжується зменшенням твердості, хоч зазвичай більшій щільності відповідає більша твердість. До того ж збільшення вмісту в ґрунті води, як агента передачі електричного струму, сприяє електропровідності. Головна компонента 2 свідчить про наявність зворотної тенденції, що може бути викликане профільним розподілом іншого агента електричної провідності, наприклад солей. За формою профільний розподіл головної компоненти 2 відповідає акумулятивно-елювіально-ілювіальному типу. Це означає, якщо профільний розподіл електропровідності та щільності ґрунту підкоряється акумулятивно-елювіально-ілювіальному типу, то розпо-

діл вологості та твердості підкоряється йому, зворотному за формою типу. Розрізи № 1 та 2 значно відрізняються за профільним розподілом головної компоненти 2. Для розрізу № 1 профільний розподіл відповідає розвиненому варіанту акумулятивно-елювіально-ілювіального типу, тоді як для розрізу № 2 розподіл здебільшого належить до регресивно-акумулятивного.

Головна компонента 3 описує 12,1 % варіабельності простору ознак, позитивно корелює з нелінійними компонентами електропровідності й щільності та негативно – з вологістю і твердістю. Ця компонента вказує на наявність локального максимуму вологості та твердості ґрунту на глибині 40–45 см у розрізі № 1 та на глибині 60–65 см – у розрізі № 2. За формою профільний розподіл головної компоненти 3 відповідає акумулятивно-елювіально-ілювіальному типу.

Висновки

1. На основі аналізу морфологічних особливостей описані ґрунти можна діагностувати як алювіальний дерновий лісовий шаруватий нормальний та короткопрофільний ґрунт.

2. Профільне варіювання фізичних показників ґрунту (електропровідності, вологості, щільності та твердості) підкреслює, що в досліджених едафотопях екологічні режими, які характеризуються викладеними значеннями, не виходять за критичні границі, здатні обмежувати існування більшості мешканців ґрунту.

3. Дослідженням фізичним величинам властива узгоджена динаміка профільного розподілу. Кожен з аспектів такої динаміки, формально позначений як головна компонента, характеризується специфічним профільним розподілом. Це вказує на те, що досліджуваний профільний розподіл ґрунтової ознаки являє собою суперпозицію декількох специфічних патернів, які обумовлені особливостями генезису ґрунту.

Бібліографія

1. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

2. Жуков А.В. Пространственно-временная динамика твердости рекультивированных почв, сформированных в результате добычи полезных ископаемых открытым способом / А.В. Жуков, Г.А. Задорожная // Вісник Дніпропетровського університету. – 2016. – 24(2). – С. 324–331. – (Серія: Біологія. Екологія). doi:10.15421/011642

3. Жуков А.В. Пространственная изменчивость электропроводности почвы под

воздействием роющей активности слеппышей на различных масштабных уровнях / А.В. Жуков, Т.М. Коновалова // Вісник Дніпропетровського університету. – 2011. – Вип. 2, т. 2. – С. 33–40. – (Серія: Біологія. Медицина).

4. Жуков А.В. Оптимальная стратегия отбора почвенных образцов на основании данных об электрической проводимости техноземов / А.В. Жуков, Г.А. Задорожная, Е.В. Андрусевич // Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького. – 2012. – № 4. – С. 64–80.

5. Екологія техноземів: монографія / О.В. Жуков, Г.О. Задорожна, К.П. Масліко-

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ

- ва, К.В. Андрусевич, І.В. Лядська. – Дніпро: Журфонд, 2017. – 442 с.
6. Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение / Л.О. Карпачевский. – М.: Геос, 2005. – 336 с.
7. Манюк В.В. Структура, типологія, динаміка і відновлення дібров Дніпровсько-Орільського природного заповідника: дис. ... канд. біол. наук: 03.00.16. / В.В. Манюк. – Дніпропетровськ, 2005. – 373 с.
8. Миркин Б.М. Закономерности развития растительности речных пойм / Б.М. Миркин. – М.: Наука, 1974. – 144 с.
9. Михайлюк В.І. Ґрунти долин річок північно-західного Причорномор'я: екологія, генеза, систематика, властивості, проблеми використання / В.І. Михайлюк. – Одеса: Астропринт, 2001. – 340 с.
10. Наконечний Ю. Ґрунти долини верхів'я ріки Західний Буг / Ю. Наконечний // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. – 2016. – Вип. 2(41). – С. 42–50. – (Серія: Географія).
11. Наконечний Ю.І. Ґрунти заплави ріки Західний Буг / Ю.І. Наконечний, С.П. Позняк. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 220 с.
12. Пархоменко О.Г. Голоценовий педогенез заплави території середнього Придніпров'я / О.Г. Пархоменко // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. – 2015. – Вип. 19(33). – С. 63–73. – (Серія 4: Географія і сучасність).
13. Пахомов А.Е. ГИС-подход для оценки изменчивости электропроводности почвы под влиянием педотурбационной активности слепыша (*Spalax microphthalmus*) / А.Е. Пахомов, Т.М. Коновалова, А.В. Жуков // Вісник Дніпропетровського університету. – 2010. – Вип. 18, т. 1. – С. 58–66. – (Серія: Біологія. Екологія).
14. Розанов Б.Г. Морфология почв / Б.Г. Розанов. – М.: Академический Проект, 2004. – 432 с.
15. Скворцова Е.Б. Профильные изменения микроморфометрических показателей пор в зональных почвах европейской территории России / Е.Б. Скворцова, К.Н. Абросимов, К.А. Романенко // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – 2015. – Вып. 78. – С. 42–58.
16. Смагин А.В. Теория и практика конструирования почв / А.В. Смагин / М.: Изд-во МГУ, 2012. – 542 с.
17. Pennisi B.V. 3 ways to measure medium EC / B.V. Pennisi, M. van Iersel // GMPro. – 2002. – Vol. 22(1). – P. 46–48.
18. Reddy K.R. Wetland soils – opportunities and challenges / K.R. Reddy, W.H. Patrick // Soil Sci Soc Am J. – 1993. – Vol. 57. – P. 1145–1147.
19. Rinklebe J. Microbial diversity in three floodplain soils at the Elbe River (Germany) / J. Rinklebe, U. Langer // Soil Biol Biochem. – 2006. – Vol. 38. – P. 2144–2151.
20. Scoggins H.L. In situ probes for measurement of EC of soilless substrates: effects of temperature and substrate moisture content / H.L. Scoggins, M.W. van Iersel // HortScience. – 2006. – Vol. 41. – P. 210–214.
21. Stolt M.H. Spatial variability in Palustrine Wetlands / M.H. Stolt, M.H. Genthner, W.L. Daniels, V.A. Groover // Soil Sci Soc Am J. – 2001. – Vol. 65. – P. 527–535.
22. Wälder K. Estimation of soil properties with geostatistical methods in floodplains / K. Wälder, O. Wälder, J. Rinklebe, J. Menz // Archives of Agronomy and Soil Science. – 2008. – Vol. 54, № 3. – P. 275–295.
23. Zhukov A. Spatial heterogeneity of mechanical impedance of a typical chernozem: the ecological approach / A. Zhukov, G. Zadorozhnaya // Ekológia (Bratislava). – 2016. – Vol. 35, № 3. – P. 263–278.