

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра агроінженерії

02-07-25М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання практичних та самостійних робіт
з навчальної дисципліни
«Грунтознавство та технології захисту»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія»
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-мето-
дичною
радою з якості ННМІ
Протокол № 2 від 02.10.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки для виконання практичних та самостійних робіт з навчальної дисципліни «Ґрунтознавство та технології захисту» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Ященко Л. А., Ювчик Н. О., Фурманець О. А. – Рівне : НУВГП, 2024. – 73 с.

Укладачі:

Ященко Людмила Анатоліївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С.Т. Вознюка;

Ювчик Н. О. – старший викладач кафедри агроінженерії;

Фурманець О. А. – доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С.Т. Вознюка.

Відповідальний за випуск: Налобіна О. О., в. о. завідувача кафедри агроінженерії.

Керівник групи забезпечення спеціальності
208 «Агроінженерія»

Бундза О. З.

Схвалено науково-методичною радою з якості ННМІ
Протокол № 2 від “ 02 ”жовтня 2024 року

Голова науково-методичної ради
з якості ННМІ

Марчук М. М.

Попередня версія методичних вказівок: 05-01-282М.

© Л. А. Ященко,
Н. О. Ювчик
О. А. Фурманець, 2025
© НУВГП, 2025

ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1. Відбір зразків ґрунту	4
Лабораторна робота № 2. Визначення щільності твердої фази (питомої маси) ґрунту, щільності складання (об'ємної маси) та пористості ґрунту	11
Лабораторна робота № 3. Оцінювання структурно-агрегатного стану ґрунту методом Н.І. Савінова	17
Лабораторна робота № 4. Визначення кислотності ґрунту	27
Практична робота № 5. Ґрунтовий покрив світу (зональні особливості).....	32
Практична робота № 6. Характеристика ґрунтів та їх забруднень	37
Практична робота № 7. Оцінка деградації ґрунтів	48
Практична робота № 8. Екологічні наслідки антропогенних змін ґрунту.....	58
Практична робота № 9. Моніторинг якості ґрунту. Визначення індексу якості ґрунтів	60
Практична робота № 10. Критерії і показники оцінки ерозійних процесів. Водна ерозія.....	70
Теми для самостійної роботи.....	72
Список використаної літератури.....	73

Практична робота № 1

Тема: Відбір проб ґрунтових зразків

Мета. : оволодіти методиками відбору ґрунтових зразків при проведенні моніторингу ґрунтів. Ознайомитись з прикладною базою для проведення аналізів.

Теоретична частина

Методика взяття проб ґрунту визначається цілями агрохімічних досліджень. Зразок ґрунту повинен відображати середній стан об'єкта, який вивчається.

Моніторинг довкілля вимагає збирання результатів вимірювань параметрів навколишнього середовища. Однак, для отримання правильних результатів необхідно визначити мету, стратегію та методику збирання зразків об'єктів довкілля, їх фізичні, хімічні та біологічні параметри, що визначають стан навколишнього середовища та його зміни у просторі та часі.

Якщо місцезнаходження джерела забруднення відоме, зразки збирають в зоні розташування джерела з врахуванням природних особливостей місцевості та напрямку вітру (рис. 1.1). Якщо розташування джерела забруднення невідоме, використовують метод «сітки», який вимагає більших витрат та ігнорує топографічні особливості регіону. Для запобігання витрат використовують метод «перерізу», який надає інформацію щодо границь забруднених ділянок та є дешевшим (рис. 1.2).

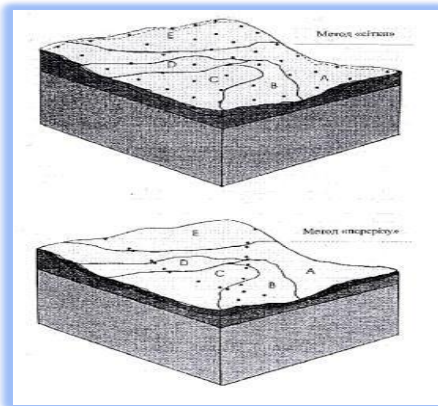


Рис. 1.1. Схема можливих варіантів збирання зразків ґрунту: а - метод «сітки»; б – метод «перерізу»

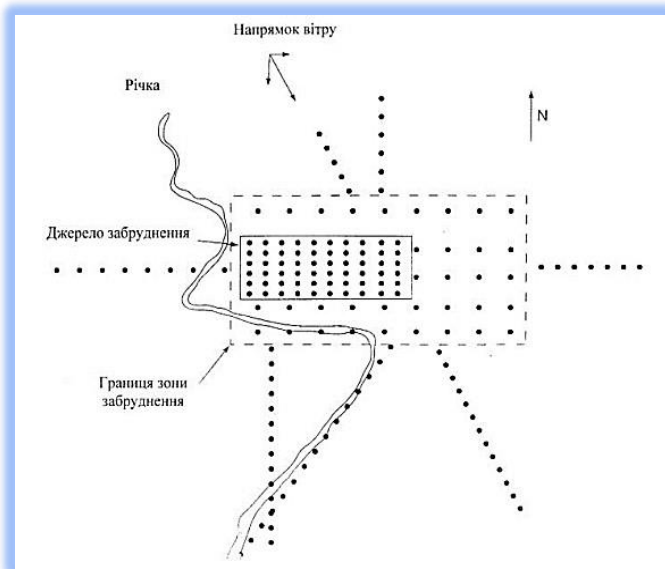


Рис. 1.2. Схема можливих варіантів збирання зразків ґрунту: а метод «сітки»; б – метод «перерізу»

Залежно від мети дослідження глибина відбору проб ґрунту варіює від 0-5 см до 41-60 см; для оцінювання хімічних та забруднюючих речовин розмір ділянки для відбору зразків ґрунту коливається від 1 до 5 га.

Для збирання зразків ґрунту обирають однорідні ділянки земної поверхні; маса зразків дорівнює 400-1000 г.

Нормативи та стандарти якості ґрунту

Гранично допустима концентрація забруднюючих речовин –максимально допустима кількість забруднюючих речовин у ґрунтах, яка не зумовлює негативних екологічних наслідків для їхньої родючості, загального стану довкілля, якості сільськогосподарської продукції та стану здоров'я людини. У таблиці 2.1 наведено гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у ґрунтах відповідно ГОСТ 3034-84, 3210-85, 42-128-4433-87.

Таблиця 1.1

**Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у ґрунтах
(ГОСТ 3034-84, 3210-85, 42-128-4433-87)**

Речовина	ГДК, мг/кг	Речовина	ГДК, мг/кг
Бензпірен	0,02	Бромофос, метилспірал	0,4
Свинець Pb	20,0	Сірководень H ₂ S, поліхлорпілен	0,5
Хром шестивалентний Cr ⁺⁶	0,05	Фтор F ₂	10,0
Ртуть	2,1	Хлорофос	0,5
Бензол C ₆ H ₆ , толуол C ₆ H ₅ CH ₃	0,3	Карбофос	2,0
Нітрати	130,0	Хлорамін	2,0
Мідь Cu	3,0	Мегафос	0,1
Нікель Ni	4,0	Гексахлоран	1,0
Цинк Zn	23,0	Бромофос, метилстирал	0,4
Манган Mn	1 500,0	Гетерофос	0,005
Ванадій V	150,0	Атразин	0,01
Кобальт Co	5,0	Сірка S	160,0
Кадмій Cd,	1,0	Кадмій Cd	1,0

Вимірювання забруднення ґрунту. Оптична емісійна спектроскопія з індуктивно зв'язаною плазмою

Індуктивно-зв'язана плазма (ІЗП) – це тип газового розряду, що збуджується змінним (1-100 МГц) радіочастотним полем за допомогою індукційної котушки.

Індуктивно-зв'язана плазма використовується в атомному емісійному аналізі або мас-спектрометрії.

Оптична емісійна спектроскопія з індуктивно зв'язаною плазмою, **ОЕС-ІЗП (або атомна емісійна спектроскопія з**

індуктивно зв'язаною плазмою, АЕС-ІЗП) представляє собою аналітичну техніку, призначену для детектування металів у слідових кількостях.

Емісійна спектроскопія вивчає спектри випромінювання атомів, молекул та іонів, збудженими різноманітними джерелами електромагнітного випромінювання, з метою якісного та кількісного визначення складу речовини.

Метод ОЕС-ІЗП передбачає збудження атомів та іонів індуктивнозв'язаною плазмою, що супроводжується випромінюванням з певними довжинами хвиль, набір яких притаманний елементу, що досліджується. Інтенсивність випромінювання пропорційна концентрації цього елемента.

Система ОЕС-ІЗП складається з джерела плазми, яке містить три концентричних кварцових трубки та котушки, зв'язаної з джерелом радіочастотного поля. Через котушку пропускають газ аргон, який під впливом потужного радіочастотного поля та розрядника утворює факел (рис. 1.3).

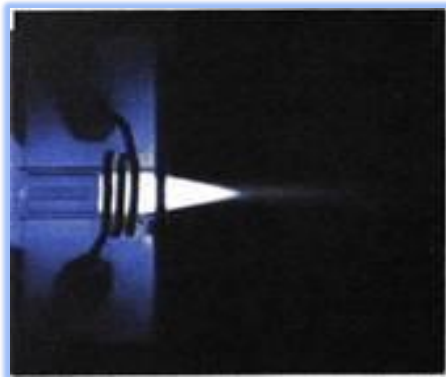


Рис. 1.3. Утворення факелу у котушці під впливом радіочастотного поля

Внаслідок зіткнень нейтральних атомів та заряджених частинок утворюється стабільна високотемпературна (7000 К) плазма.

В область плазми накачується зразок, який взаємодіє з електронами та іонами плазми, через що сам розкладається на іони. Процес руйнування молекул зразка в плазмі супроводжується випромінюванням на певним довжинах хвиль.

Вимірювання довжин хвиль та інтенсивності спектральних ліній за допомогою дифракційної решітки та фотоелектронного помножувача або лінійки діодних детекторів, поєднаних з системою реєстрації (рис. 1.4).

Вимірювання аналітичних довжин хвиль та інтенсивності спектральних ліній дає можливість проаналізувати зразок.

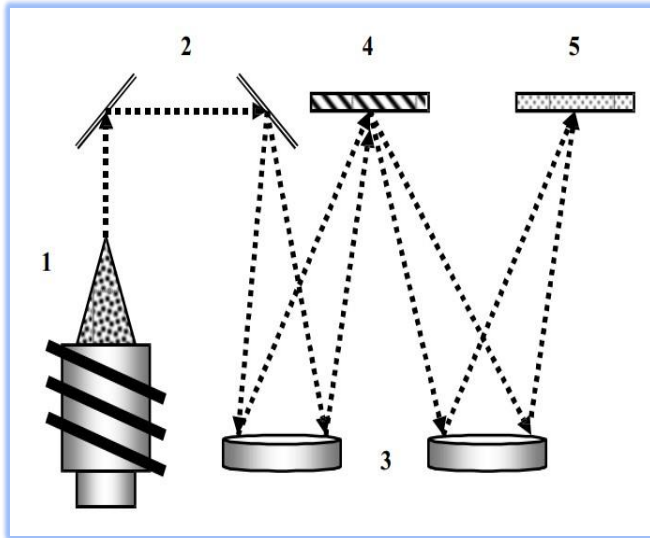


Рис. 1.4. Принцип оптичної емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою (ОЕС-ІЗП): 1 – джерело плазми; 2, 3 – дзеркала; 4 – дифракційна решітка; 5 – детектор

Метод ОЕС-ІЗП використовують для аналізу забруднень ґрунту (елементарний склад забруднюючих речовин ґрунту містить алюміній, барій, берилій, бор, кадмій, кальцій, хром, кобальт, мідь, залізо, магній, марганець, молібден, срібло, кремній, стронцій, олово, ванадій, цинк), визначення елементарних складових добрив (Са, Fe, К, Mg, Na, P, та S). Границі детектування методу ОЕС-ІЗП становлять 0,2-100 ppb.

Мас-спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою (ІСП)

Цей метод ґрунтується на використанні індуктивно-зв'язаної плазми як джерела іонів та мас-спектрометра для їх розділення та детектування.

На відміну від методу ОЕС-ІЗП вимірювання довжин хвиль та інтенсивності спектральних ліній здійснюється за допомогою мас-спектрометра (рис. 1.5). Зразок, що аналізується, розміщують у центральному каналі у вигляді аерозолі, який одержується шляхом розпилення рідини. Коли аерозолі потрапляють у центральний канал, вони випаровуються та розпадаються на атоми. Завдяки високій температурі суттєва частина атомів іонізується та надходить на вхід мас-спектрометра.

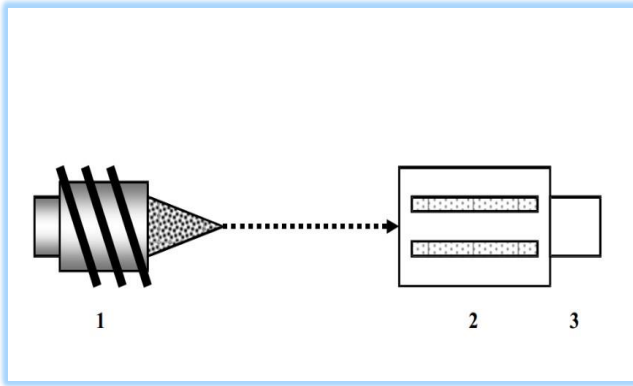


Рис. 1.5. Принцип мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ІСП-МС): 1 – джерело плазми; 2 – мас-спектрометр; 3 –детектор

Мас-спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою є одним з типів мас-спектрометрії, який характеризується високою чутливістю та здатністю визначати метали та деякі неметали в концентраціях, що не перевищують 10-10 %, тобто одну частинку на 10¹² (трильйон).

Метод ІСП-МС дає можливість ідентифікувати та кількісно оцінювати одночасно понад 60 елементів періодичної системи за дві хвилини з точністю 0,1 мкг/л.

Метод ІСП-МС використовують для аналізу забруднюючих речовин ґрунту, зокрема алюмінію, сурми, миш'яку, барію, берилію, кадмію, хрому, кобальту, міді, свинцю, марганцю, молібдену, нікелю, срібла, талію, урану, ванадію, цинку.

Серед інших методів аналізу забруднюючих речовин ґрунту можна відмітити високоефективну рідинну хроматографію (феноли, ксиленоли, крезолі, нафтоли), газову хроматографію з полум'яним іонізаційним детектором (поліароматичні вуглеводні, поліхлоровані біфеніли, леткі органічні сполуки, пестициди), комбінацію газової хроматографії з маспектрометрією ГХ-МС (радіонукліди, леткі органічні сполуки, важкі метали).

Запитання до самоконтролю:

1. Назвати фізичні показники якості ґрунту.
2. Які показники якості ґрунту відносяться до хімічних?
3. У чому полягає принцип оптичної емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою?
4. У чому полягає принцип мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою?
5. Охарактеризувати показники якості ґрунту.

Практична робота № 2

Тема: Визначення щільності твердої фази (питомої маси) ґрунту, щільності складання (об'ємної маси) та пористості ґрунту

Мета роботи: ознайомитися з методами аналізів загальних фізичних властивостей ґрунтів, засвоїти розрахункові методи визначення пористості та інших фізичних властивостей ґрунту.

Теоретичні відомості

До загальних фізичних властивостей належать щільність твердої фази ґрунту, щільність непорушеного складу ґрунту (щільність складання) і пористість.

Щільність твердої фази ґрунту (питома вага ґрунту, d) – це відношення ваги твердої фази ґрунту в сухому стані до ваги рівного об'єму води при температурі 4 °С.

ґрунти різних типів і навіть окремі генетичні горизонти мають неоднакову щільність твердої фази. Вона залежить від кількості органічних речовин, щільність яких рівна в середньому 1,4, і мінералогічного складу ґрунту, так як щільність різних мінералів ґрунтів коливається від 2,5 до 3,8. До складу мінеральної частини ґрунту як основні мінералів входять кварц, польові шпати, глинисті мінерали, які мають щільність в межах 2,40-2,80 г/см³. Щільність гумусу становить 1,20-1,40 г/см³.

В більшості випадків щільність твердої фази ґрунту в середньому рівна 2,5-2,65.

Бідні на органічну речовину, легкі за гранулометричним складом дерново-підзолисті ґрунти, які сформувались на льодовикових та водно-льодовикових породах, вирізняються великою щільністю твердої фази (2,7-3,0). Чорноземні ґрунти, з високим вмістом гумусу (7-10%), мають щільність 2,2-2,3, а торф'яники та торфові ґрунти – 1,4-1,8.

Щільність ґрунту (об'ємна маса, d_v) – маса одиниці об'єму абсолютно сухого ґрунту, взятого у природному заляганні (з непошкодженим складом), виражена в г/см³.

ґрунт вважають (за Качинським):

- розпушеним або збагаченим органікою за щільності < 1 г/см³;
- значення показника для орних земель – 1,0–1,2 г/см³;
- орні горизонти дещо ущільнені – 1,2–1,3 г/см³,

- значення щільності для підорних горизонтів (крім чорноземів) – 1,4– 1,6 г/см³,
- сильно ущільнені горизонти (солоді та підзоли) – 1,6– 1,8 г/см³.

На відміну від щільності твердої фази при визначенні щільності складання взнають масу ґрунту в одиниці об'єму з усіма її порами, тому показники щільності складання будуть завжди меншими показників щільності твердої фази одного і того ж ґрунту.

Шпаруватість – сумарний обсяг усіх пір і проміжків між частинками твердої фази ґрунту.

Оцінка загальної шпаруватості (за Качинським):

- Ґрунт розпушений > 70 %;
- Культурний орний шар – 55-65;
- Задовільна для орного шару - 50-55;
- Характерна для ущільнених елювіальних горизонтів
- 45–50 – культурний піщаний ґрунт.

Аерація ґрунту вважається недостатньою і вимагає агротехнічних заходів якщо величина її становить менше 10-15 % відсотків об'єму ґрунту

Загальні фізичні властивості ґрунтів (щільність з непорушеною будовою, щільність твердої фази, шпаруватість) залежать від мінералогічного, механічного та хімічного складу. Вони суттєво впливають на процеси ґрунтоутворення та родючість ґрунту, тому є невід'ємною частиною їх генетичної, меліоративної та агрономічної характеристики.

Методи визначення фізичних властивостей ґрунту

Визначення щільності твердої фази ґрунту проводиться пікнометричним методом, принцип якого полягає у визначенні об'єму води або інертної рідини, який відповідає об'єму ґрунту, взятого для аналізу.

Пікнометр – мірна посудина, яка дозволяє визначати об'єм рідини з великою точністю. На рис. 1 зображено найбільш поширені види пікнометрів.

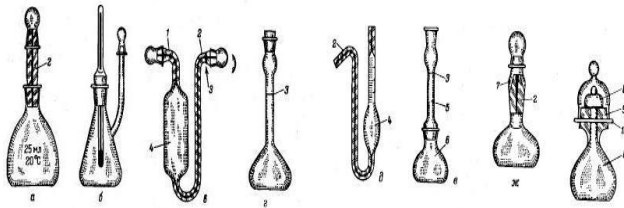


Рис. 1. Пікнометри:

Гей-Люссака (а, ж), Менделєєва (б), Оствальда (в), звичайний (г), U-подібний (д), Рейшауэра (е) та с плоскою пришліфованою кришкою (з):

1 - капіляр-носик; 2 - капіляр; 3 - мітка; 4 - розширення;
5 - вставне горличко; 6-колбочка; 7-чашечка; 8- плоска кришка; 9-фланец; 10- захисний ковпачок

Найбільш зручним вважається пікнометр об'ємом 100 см³ висотою 8 см і діаметром 4 см. Добре притерта масивна пробка має тонкокапілярний отвір, через який виділяється надлишок рідини під час наповнення посудини. Цим забезпечується точність у роботі.

При визначенні щільності твердої фази незасолених ґрунтів використовують дистильовану воду без повітря, засолених, які містять легкорозчинні солі більше 0,5%, – неполярні рідини (бензол, бензин, толуол, ксилол, гас).

На практиці найбільш поширеним методом визначення щільності твердої фази ґрунту є метод Н. А. Качинського. Він полягає у визначенні об'єму пікнометра, у підготовці ґрунту до аналізу та у визначенні щільності твердої фази.

Хід роботи

Пробу ґрунту, відібрану квартуванням, розтерти в ступці та пропустити крізь сито з отворами 1 мм.

1. Пікнометр, ємністю 100 см³ (або 50 см³), заповнити дистильованою водою та зважити на технічних вагах. З пікнометра відлити приблизно половину води в стакан.

2. На технічних вагах взяти наважку ґрунту 10 г.

3. Помістити наважку в пікнометр, вміст збовтати та кип'ятити упродовж 30 хв.

4. Пікнометр охолодити у кристалізаторі, долити дистильованої води до мітки та зважити на вагах.

5. Величину щільності твердої фази ґрунту розраховують за формулою:

$$d = \frac{P}{(P+P_1)-P_2}$$

де d – щільність твердої фази ґрунту, г/см³;

P – маса абсолютно сухого ґрунту (наважка абсолютно сухого ґрунту), г;

P_1 – маса пікнометра з водою, г;

P_2 – маса пікнометра з водою і ґрунтом, г.

Маса абсолютно сухого ґрунту розраховується за формулою:

$$P = \frac{M_0 \cdot 100}{100 + W\%}$$

де P – маса абсолютно сухого ґрунту (наважка абсолютно сухого ґрунту), г;

M_0 – маса повітряно-сухого ґрунту;

$W\%$ – вміст гігроскопічної вологи у досліджуваному ґрунті, %

Таблиця 3.1 – Результати визначення щільності твердої фази ґрунту:

№ зразка	Глибина відбору зразка, см	Наважка сухого ґрунту, г (P)	Вага пікнометра (г)		$d = \frac{P}{(P+P_1)-P_2}$
			з водою (P ₁)	з водою та ґрунтом (P ₂)	

Визначення щільності ґрунту з непорушеним складом (синонім – об'ємна маса, об'ємна вага ґрунту) проводять у польових і лабораторних умовах.

У польових умовах найбільш поширений буровий метод, який заснований на відборі зразка ґрунту непорушеної будови за допомогою циліндра-бура відповідного об'єму.

Найбільш поширеним методом визначення щільності ґрунту є метод ріжучого кільця Н. А. Качинського. Згідно з цим методом зразок ґрунту з непорушеною будовою відбирають за допомогою спеціального бура в металеве кільце, яке має зйомні кришки.

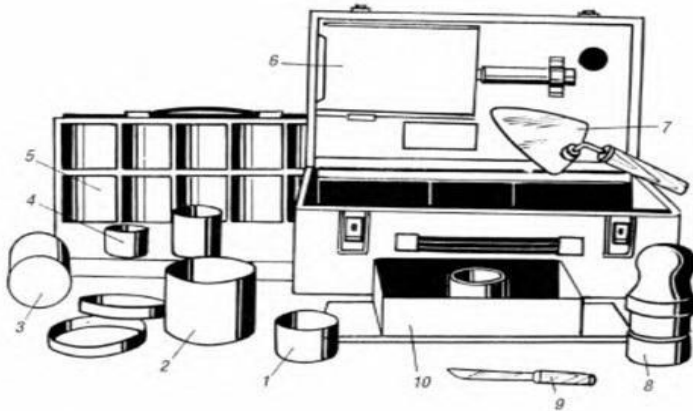


Рис. 2 Набір інструментів для визначення щільності ґрунту буровим методом Качинського: 1,2 – циліндри-бури; 3 – молоток; 4,5 – алюмінієві бокси з кришками; 6 – совок, 7 – лопатка; 8 – бойок, 9 – ніж; 10 – спрямовувач

При визначенні об'ємної маси у розрахунках використовують величину польової вологості ґрунту.

Хід роботи:

1. Ретельно, не порушуючи структуру, вирізати за допомогою сталевого циліндра з ґрунтового шару визначений об'єм ґрунту. Верхня та нижня поверхні ґрунту у циліндрі повинні бути врівень з краями циліндра. Заздалегідь визначають об'єм циліндра.

2. Визначити вологість відібраного зразка ґрунту, використавши його частину після зважування всієї маси сирого ґрунту з циліндра. Порядок визначення вологості (пробу помістити в бокс, зважити, висушити та знову зважити). Розрахувати вологість ґрунту ($W, \%$).

3. Вирахувати масу сухого ґрунту, що взято циліндром –
 М:

$$M = \frac{M_1 \cdot 100}{100 + W\%} \quad \text{або} \quad M = \frac{M_1}{K_w}$$

де M_1 – маса сирого ґрунту з циліндра; W – вологість ґрунту, %.

4. Вирахувати об’ємну масу ґрунту за формулою:

$$d_v = \frac{M}{V}, \text{ г/см}^3$$

де: M – маса абсолютно сухого ґрунту, г;

V – об’єм ґрунту, см³;

d_v – щільність ґрунту з непорушеним складом (або об’ємна маса ґрунту), г/см³.

Результати визначення d_v заносяться до таблиці 3.2:

Глибина відбору зразка, см	№ бюкса	Маса ґрунту, г		Висота циліндра h, см	Радіус циліндра, r, см	Об’єм циліндра, V=πr ² h, см ³	$d_v = \frac{M}{V}$
		сирого (M ₁ – M цил.)	сухого				

Визначення шпаруватості ґрунту проводять на основі даних об’ємної маси та щільності твердої фази ґрунту за формулою:

$$P_{\text{заг.}} = (1 - \frac{d_v}{d}) \cdot 100,$$

де $P_{\text{заг.}}$ – загальна шпаруватість, % від об’єму ґрунту;

d_v – щільність ґрунту з непорушеним складом, г/см³

d – щільність твердої фази ґрунту, г/см³

Знаючи загальну шпаруватість ґрунту та його вологість, можна обчислити пористість аерації, тобто забезпеченість повітрям (виражається в об’ємних процентах).

Для цього, по-перше, знаходимо вологість ґрунту в об’ємних процентах, для чого вологість ґрунту (у вагових процентах) множать на щільність ґрунту і одержують об’єм шпарин, зайнятих водою:

$$P_w = d_v \cdot W,$$

де P_w – об'єм шарин ґрунту, зайнятих водою (вміст води у об'ємних відсотках), %

W – польова вологість ґрунту, %

d_v – щільність ґрунту, г/см³

Різниця між загальною шпаруватістю та вологістю, яка виражається в об'ємних процентах, дає пористість аерації, або забезпеченість ґрунту повітрям:

$$P_{\text{аер.}} = P_{\text{заг.}} - P_w$$

Завдання для самостійної роботи:

1. Визначте питому вагу ґрунту, якщо наважка повітряно-сухого ґрунту – 10 г, гігроскопічна вологість – 5,18 %, маса пікнометра з водою – 143,4 г, маса пікнометра з водою і ґрунтом – 149,15 г.

2. Розрахуйте об'ємну масу ґрунту, якщо об'єм циліндра – 480 см³, маса пустого циліндра – 19,3 г, маса волого ґрунту у циліндрі – 760,9 г, вологість ґрунту – 8 %

3. Розрахуйте загальну шпаруватість та шпаруватість аерації ґрунту, якщо щільність ґрунту дорівнює 1,18 г/см³, щільність твердої фази ґрунту – 2,58 г/см³, вологість ґрунту – 21,5 %

Практична робота № 3

Тема: Оцінювання структурно-агрегатного стану ґрунту методом Н.І. Савінова

Мета: Ознайомитися із методикою аналізу структурно-агрегатного стану ґрунту методом Н.І. Савінова

Рекомендації до виконання

Структура ґрунту – це сукупність окремоостей та агрегатів, з яких утворюється ґрунт, його родючість і умови обробітку. Найбільш агрономічно цінними є агрегати розміром від **0,25 до 10 мм**.

Здатність ґрунту розпадатися на окремості, розміри і форма яких характерна для кожного типу ґрунту, називається **структурністю ґрунту**.

За розміром агрегатів структуру ґрунту (за Савіновим)

класифікують так:

- 1) *бриласта* – >10 мм,
- 2) *грудкувато-зерниста* (макроструктура) — 10–0,25 мм (зернисто-горухувата),
- 3) *пилувата* (мікроструктура) – <0,25 мм.

Завдання 1. Ознайомитися із методикою аналізу структурно-агрегатного стану ґрунту Н.І. Савінова

Методика виконання структурно–агрегатного аналізу ґрунту методом Н.І. Савінова. Сухе просіювання

Структурний аналіз ґрунту виконують з метою визначення відносного вмісту в ґрунті агрегатів різного розміру, для визначення водостійкості та агрономічної цінності макроструктури, щільності, шпаруватості та зв'язаності агрегатів, розрахунку коефіцієнтів структурності та водостійкості. Для визначення загального вмісту структурних агрегатів і розподілу їх за розмірами зразки ґрунту фракціонують на ситах, виконуючи так зване сухе просіювання (за методом В. Н. Савінова.)

Перед фракціонуванням послідовно складають набір сит, діаметр отворів яких 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0,5 і 0,25 мм. Верхнє сито в наборі має найбільший розмір отворів (10 мм), нижнє - найменший (0,25 мм). Під нижнім ситом є піддон для збирання фракції <0,25 мм, а на верхньому - кришка для запобігання розпорощування ґрунту при просіюванні.

Зразки ґрунту доводять до повітряно-сухого стану. Відбирають включення і новоутворення. Із просушеного зразка формують середню пробу вагою 500 г, зважуючи її на ВЛТК-500. Наважку ґрунту переносять на верхнє сито укомплектованого набору, закривають сито кришкою і нахилиючи весь набір сит, просіюють (10 разів). Сухим просіюванням ґрунт розподіляють на фракції: >10, 10-7, 7-5, 5-3, 3-2, 2-1, 1-0,5, 0,5-0,25 і <0,25мм.

Кожну фракцію структурних агрегатів окремо збирають на лист паперу, зважують на *ВЛТК-500* з точністю до 0,1 г і розраховують її відсотковий вміст за формулою:

$$X_n = \frac{m_n \cdot 100}{M_1}, \% \quad (3.1)$$

де : X_n - вміст фракції, %;

m_n - вага фракції, г;

M_1 - вага повітряно-сухої наважки ґрунту, взятої для аналізу, г.

За результатами сухого просіювання та морфологією структури визначають вміст у ґрунті **агрономічно цінних структурних агрегатів**. В агрономічному розумінні **агрономічно цінною структурою** є лише **дрібно-грудкувата (10-0,5 мм) і зерниста (5-0,5 мм) структура**, за якістю - шпарувата, зв'язна та водостійка.

Структурно–агрегатний аналіз. Мокре просіювання

Щоб визначити водостійкість макроструктури, формують середню пробу ґрунту вагою 50 г з усіх фракцій структурних агрегатів, які одержані під час сухого просіювання; беруть кожну фракцію в кількості, рівній в грамах половині відсоткового вмісту її у конкретному ґрунті. Наприклад, якщо у ґрунті вміст фракції 5-3 мм становить 22%, то для середньої проби беруть її у кількості 11 г і т.д. У середню пробу не включають фракцію <0,25 мм. Тоді одержують наважку 50 г. Середню пробу ґрунту висипають у літровий циліндр, який на 2/3 об'єму заповнений водою. Занурену у циліндр з водою ґрунтову пробу залишають у спокої на 10 хв. Потім у циліндр доливають воду, закривають корком і перевертають вверх дном, утримуючи у такому положенні декілька секунд, поки основна маса агрегатів не випаде вниз. Потім циліндр повільно повертають у початкове положення і очікують, поки ґрунт не досягне дна. Процедура повторюють десять разів. У заповнену водою широку циліндричну посудину поміщають набір сит, діаметр отворів яких 5,3, 2, 1, 0,5 і 0,25 мм. Після десяти обертів закритий циліндр опускають верхнім краєм у воду над ситами. Швидко виймають під водою корок

і плавним рухом циліндра розподіляють ґрунт на поверхні верхнього сита, циліндр у воді закривають і виймають.

Залишки агрегатів з сит змивають струменем води спочатку на піддон сит, а з нього, зливши надлишок води, в фарфорові чашки, і, накінець, у попередньо зважені алюмінієві бюкси, потім залишок випаровують на піщаній бані та зважують на ВЛТК-500. Тому, що для визначення водостійкості взято середню пробу в 50 г, то під час розрахунків вагу кожної фракції агрегатів у грамах множать на 2 і отримують відсотковий вміст відповідних водостійких агрегатів у ґрунті.

Оцінка структурно-агрегатного складу ґрунтів

Вважається, що агрономічно цінними фракціями є всі фракції, що входять в діапазон від 10 до 0.25 мм. Агрегати крупніше 10 мм це брили, а брилувата структура, як відомо, далеко не найкращий стан ґрунту, так само, як домінування частинок <0.25 мм. Тому й користуються такими якісними оцінками структури на підставі кількості агрегатів саме цього, агрономічно цінного діапазону:

10-0.25 мм: > 60% відмінний агрегатний стан;

60-40 - добрий;

<40% - незадовільний .

За результатами гранулометричного і мікроагрегатного аналізів розраховують показники мікроагрегованості ґрунтів. Встановлено, що при мікроагрегатному аналізі вміст дрібних фракцій, особливо мулу (<0,001 мм), завжди менший, ніж при гранулометричному аналізі. Різниця у величинах виходу мулу для різних типів ґрунтів коливається в значних межах і буде тим меншою, чим менше ґрунт розпилюється у воді без будь-яких додаткових хімічних впливів. Отже, за співвідношенням мулу, одержаного при гранулометричному та мікроагрегатному аналізах, оцінюють стійкість мікроагрегатів (а, значить, і структури) ґрунту

Обладнання: Лопата, поліетиленова підстилка та пакети для транспортування зразків ґрунту, етикетки, набір сит з отворами різного діаметру і ваги.

Хід виконання структурно-агрегатного аналізу ґрунту.

Для визначення структури ґрунту методом Савінова проби для аналізу на всіх повтореннях дослідів відбирають лопатою з орного шару через кожні 10 см. На ділянці прямокутної форми залежно від її площі відбирають зразки по діагоналі у 5–10 місцях. Після викопування зразок скидають з лопати з висоти 1 м на підстилку і всі великі грудки, які не розсипались, розминають до дрібногрудочкуватого стану так, щоб ґрунт при цьому не злипався і не дуже розпилувався. Відібрані ґрунтові проби з усіх точок на ділянці зсипають на велику підстилку чи в ящик, добре перемішують і відбирають середній зразок масою 1–3 кг, який поміщають в мішечок, куди вкладають етикетку із зазначенням варіанта, дати і глибини відбору.

У лабораторії відібраний ґрунт розсипають на аркуші паперу, відбирають з нього всі рослинні рештки та інші домішки.

Після доведення ґрунту до повітряно-сухого стану з проби відбирають зразок масою 1 кг і висипають на колонку сит, складених у такій послідовності: перше верхнє сито з діаметром отворів 10 мм, друге – 7, третє – 5, четверте – 3, п'яте – 1, шосте – 0,5 і сьоме – 0,25 мм.

Зверху сита накривають кришкою, а на сьоме сито надівають піддон для збирання пилюватих частинок ґрунту, менших від 0,25 мм. Після дво-трихвилинного просіювання верхні сита з отворами діаметром 10, 7, 5 і 3 мм знімають, а решту просіюють ще впродовж 1–2 хв.

Після просіювання на кожному ситі залишаються частинки ґрунту, розмір яких більший за діаметр отворів сита. Кожну фракцію зважують окремо, обчислюють її процентний вміст, а масу пилюватих частинок у піддоні визначають відніманням від маси наважки масу всіх попередніх зважених фракцій. Записи ведуть за такою ж формою, як і у таблиці вихідних даних до даної практичної роботи (табл. 3.2).

За результатами сухого просіювання визначають вміст агрономічно цінних (0,25–10 мм) і нецінних (сума >10 мм і <0,25 мм) структурних агрегатів та коефіцієнт структурності ґрунту, який розраховується за наступною формулою 3.2:



Рис. 1. Комплект сит для ґрунту

$$K_{\text{стр}} = A_{\text{ц}} / (A_{\text{ц}} + A_{\text{нц}}) \cdot 100, \% \quad (3.2)$$

де $K_{\text{стр}}$ – коефіцієнт структурності;

$A_{\text{ц}}$ – сума агрономічно цінних структурних агрегатів (0,25–10 мм), %;

$A_{\text{нц}}$ – сума агрономічно нецінних структурних агрегатів, (сума >10 мм і <0,25 мм), %.

Після проведення відповідних математичних розрахунків аналізується агрегатний стан ґрунту порівнюючи результати досліджуваних варіантів з оптимальними показниками для даної ґрунтової відміни (табл. 3.1).

Таблиця 3.1. Шкала для оцінки агрегатного стану ґрунту

Вміст агрегатів від 0,25 до 10 мм, %	Оцінка агрегатного стану
>80	відмінний
80–60	добрий
40–59	задовільний
20–39	незадовільний
<20	дуже незадовільний

Варіант	Вага зразка ґрунту сумарна, т, Г	Вага фракцій відповідного розміру, мм, в грамах								
		>10	10...7	7...5	5...2	2...1	1...0,5	0,5...0,25	<0.25	Сума для перевірки
1	100	3,5	5,5	4,6	19,3	22,5	8,5	14,8	21,3	100
2	100	12,5	5,5	4,6	9,3	10,5	8,5	10,8	38,3	100
3	100	15,1	12,5	4,6	28	12,5	8,5	5,5	13,3	100
4	200	58,5	15,5	14,6	25	22,5	18,5	4,5	40,9	200
5	200	60,3	15,5	14,6	18	22,5	18,5	3,1	47,5	200
6	200	32,8	15,5	14,6	15	22,5	18,5	3,2	77,9	200
7	200	30,1	15,5	14,6	14	22,5	18,5	8	76,8	200
8	200	25,5	15,5	14,6	12	22,5	18,5	7	84,4	200
9	200	32,1	15,5	14,6	11	22,5	18,5	6	79,8	200
10	200	33	15,5	14,6	10	22,5	18,5	15	70,9	200
11	200	28	15,5	4,6	15	12,5	18,5	3	102,9	200
12	200	58	10,5	14,6	18	12,5	8,5	12	65,9	200
13	200	22	15,5	14,6	22	22,5	18,5	8	76,9	200
14	200	18	15,5	14,6	14	22,5	18,5	9	87,9	200
15	200	19	15,5	14,6	11	12,5	7,2	6,5	113,7	200

16	200	17	15,5	14,6	12	22,5	18,5	7,5	92,4	200
17	200	22	15,5	14,6	18	22,5	18,5	8,5	80,4	200
18	200	28	15,5	14,6	18	35,5	18,5	9,5	60,4	200
19	200	30	15,5	14,6	18	38,4	18,5	10,5	54,5	200
20	200	31	15,5	14,6	15	12,1	10,5	8,5	92,8	200
21	50	8,5	5,2	8,1	5,6	7,2	9,2	3,5	2,7	50
22	50	9,5	5,2	5,1	3,6	7,2	9,2	3,5	6,7	50
23	50	10,5	5,2	8,1	5,6	7,2	9,2	3,5	0,7	50
24	50	11,2	5,2	2,1	3,6	5,2	7,1	2,5	13,1	50
25	50	12,2	5,2	2,1	3,6	5,2	4,1	2,5	15,1	50
26	50	13	5,2	2,1	3,6	5,2	3,5	2,5	14,9	50
27	50	13,5	5,2	2,1	3,6	5,2	2,5	2,5	15,4	50
28	50	14,1	4	2,1	3,6	5,2	1,1	2,5	17,4	50
29	50	15,2	3	2,1	4,6	4,2	5,1	2,5	13,3	50
30	50	18,5	3,2	2,1	3,6	3,2	4,1	2,5	12,8	50
31	50	14,1	3	2,1	3,6	2,2	3,1	2,5	19,4	50
32	50	18,5	3,2	2,1	3,6	3,2	3,1	2,5	13,8	50

Завдання 2. Розв'язати задачі щодо оцінювання та аналізу структурно-агрегатного складу ґрунту згідно вихідних даних за варіантом

Задача 1. Встановити відсотковий вміст агрономічно цінних фракцій ґрунту за результатами аналізу структурно-агрегатний склад ґрунту, якщо за результатами сухого просіювання $m=100$ г повітряно сухого ґрунту через систему сит різного діаметру було встановлено, що вага відповідних фракцій (в повітряно сухому стані) становить: (див. вихідні дані - табл. 3.2).

Задача 2. Оцінити структурно-агрегатний склад ґрунту, якщо за результатами сухого просіювання $m=100$ г повітряно сухого ґрунту через систему сит різного діаметру було встановлено, що вага відповідних фракцій (в повітряно сухому стані) становить: (див. вихідні дані - табл. 3.2).

Приклади розв'язування задач за темою практичної роботи, винесених на модульний контроль:

Задача 1.

1. Встановити відсотковий вміст агрономічно цінних фракцій ґрунту за результатами аналізу структурно-агрегатний склад ґрунту, якщо за результатами сухого просіювання $m=100$ г повітряно сухого ґрунту через систему сит різного діаметру було встановлено, що вага відповідних фракцій (в повітряно сухому стані) становить:

Діаметр фракцій ґрунту, мм	>10	10...7	7...5	5...2	2...1	1...0,5	0,5...0,25	<0,25
Вага фракцій ґрунту відповідного діаметру, г	3,5	5,5	4,6	19,3	22,5	8,5	14,8	21,3

- 75%
- 49%
- 72%

- 50%
- 46%

A_ц – ?

Сума сума агрономічно цінних структурних агрегатів(0,25–10 мм) становить:

$$A_{ц} = \frac{(m_{10...7} + m_{7...5} + m_{5...2} + m_{2...1} + m_{1...0.5} + m_{0.5...0.25})}{(m_{>10} + m_{10...7} + m_{7...5} + m_{5...2} + m_{2...1} + m_{1...0.5} + m_{0.5...0.25} + m_{<0.25})} \cdot 100 = \frac{(5,5+4,6+19,3+22,5+8,5+14,8)}{(3,5+5,5+4,6+19,3+22,5+8,5+14,8+21,3)} \cdot 100 = 75,2/100 \cdot 100 = 75,2\%$$

Задача 2. Оцінити структурно-агрегатний склад ґрунту, якщо за результатами сухого просіювання m=100 г повітряно сухого ґрунту через систему сит різного діаметру було встановлено, що вага відповідних фракцій (в повітряно сухому стані) становить:

Діаметр фракцій ґрунту, мм	>10	10...7	7...5	5...2	2...1	1...0,5	0,5...0,25	<0,25
Вага фракцій ґрунту відповідного діаметру, г	3,5	5,5	4,6	19,3	22,5	8,5	14,8	21,3

1. Сума сума агрономічно цінних структурних агрегатів(0,25–10 мм) становить:

$$A_{ц} = \frac{(m_{10...7} + m_{7...5} + m_{5...2} + m_{2...1} + m_{1...0.5} + m_{0.5...0.25})}{(m_{>10} + m_{10...7} + m_{7...5} + m_{5...2} + m_{2...1} + m_{1...0.5} + m_{0.5...0.25} + m_{<0.25})} \cdot 100 = \frac{(5,5+4,6+19,3+22,5+8,5+14,8)}{(3,5+5,5+4,6+19,3+22,5+8,5+14,8+21,3)} \cdot 100 = 75,2/100 \cdot 100 = 75,2\%$$

Робимо висновок про структурно-агрегатний склад за шкалою :

9. Шкала для оцінки агрегатного стану ґрунту

Вміст агрегатів від 0,25 до 10 мм, %	Оцінка агрегатного стану
>80	відмінний
80–60	добрий
40–59	задовільний
20–39	незадовільний
<20	дуже незадовільний

Відповідь: структурно-агрегатний склад оцінюємо як «добрий».

Практична робота № 4

Тема: Визначення кислотності ґрунту

Мета роботи: навчитись визначати кислотність ґрунту та норму внесення вапнякового матеріалу.

Теоретична частина

З реакцією ґрунтового розчину тісно пов'язана життєдіяльність ґрунтової мікрофлори, розвиток рослин, швидкість і направленість хімічних та біохімічних процесів, які проходять у ґрунті.

Реакція ґрунту впливає на ефективність добрив, які вносять у ґрунт. Добрива, в свою чергу, можуть змінювати реакцію ґрунтового розчину, підкислювати або підлужувати її. Кисле та лужне середовище є згубним для рослин і мікроорганізмів, нейтральна, слабо кисла і в меншій мірі слабо лужна реакція середовища, сприятливими.

Кислотність зумовлюється наявністю іону водню. Чим більше іонів водню в розчині, тим кисліший ґрунт.

Лужність зумовлюється наявністю гідроксильних іонів (ОН). Якщо в розчині присутні однакові кількості іонів водню і гідроксильних груп, то середовище буде нейтральним.

Реакція ґрунтового розчину в різних ґрунтах коливається від рН 3 до 8-9 і вище. Найбільш кислу реакцію мають болотні ґрунти верхових торф'яників. Кислою реакцією ґрунтового розчину характеризуються підзолисті і дерново-підзолисті ґрунти

(рН 4-6). Чорноземи мають близьку до нейтральної реакцію. Найбільш лужна реакція у солончаків, особливо содових (рН 8-9 і вище). В теперішній час розрізняють наступні форми або види ґрунтової кислотності:

- актуальна кислотність;
- потенціальна кислотність, яка поділяється на обмінну і гідролітичну кислотність.

АКТУАЛЬНА КИСЛОТНІСТЬ (активна) – кислотність ґрунтового розчину. Залежить від кількості водневих іонів, які безпосередньо знаходяться в ґрунтовому розчині і позначаються символом рН водної витяжки, рН – від’ємний логарифм концентрації водневих іонів, виражений в грам еквівалентах на 1 літр.

Кислотність ґрунтових розчинів зумовлена наявністю вільних органічних кислот чи інших органічних сполук, які містять кислі функціональні групи, вільними мінеральними кислотами (головним чином, це карбонова кислота), а також інших компонентів, що проявляють кислотні властивості.

ПОТЕНЦІАЛЬНА КИСЛОТНІСТЬ – це кислотність, яка зумовлена наявністю водневих іонів і алюмінію в ґрунтовому поглинальному комплексі. Проявляється в результаті взаємодії ґрунту з розчином солей або основ. Вона впливає на рівень актуальної кислотності: чим більша потенціальна кислотність, тим вища кислотність актуальна. Потенціальна кислотність поділяється на обмінну та гідролітичну.

ОБМІННУ КИСЛОТНІСТЬ (сольову) визначають шляхом витіснення іонів H^+ і Al^{3+} із ГПК нейтральним розчином нейтральної солі. Зазвичай використовують 1н розчин KCl :

Витіснений із ГПК іон Al^{3+} впливає не тільки на кількість кислотності, але і на ступінь кислотності, оскільки у водних розчинах він утворює $Al(OH)_3$, $Al(OH)_2^+$ і $Al(OH)_2^+$; більша частина реакції йде за рівнянням:



Хлористий алюміній у водному середовищі (ґрунтовому розчині) підлягає гідролізу з утворенням соляної кислоти, яка викликає обмінну кислотність.

ГІДРОЛІТИЧНУ КИСЛОТНІСТЬ визначають шляхом взаємодії ґрунту з гідролітично лужною сіллю. При обробці

грунту 1 н. KCl з ґрунтового поглинаючого комплексу переходять не всі іони водню, частина їх більш міцно поглинена колоїдами ґрунту і нейтральними солями не витісняється. Їх можна витіснити при дії на ґрунт розчином гідролітично лужної солі, наприклад оцтовокислого натрію – CH₃COONa. Ця кислотність включає менш рухому частину поглинених іонів H⁺, важче обмінюються на катіони ґрунтового розчину.

У водному розчині оцтовокислий натрій розпадається на іони CH₃COOH⁻ і Na⁺ в розчині утворюється еквівалентна кількість NaOH і CH₃COOH по рівнянню:



При обробці ґрунту розчином оцтовокислого натрію в розчин переходять все що містяться в ґрунті іони водню (і алюмінію), тобто визначається сума всіх видів кислотності (актуальна, обмінна і гідролітична). З нею доводиться зустрічатися частіше, ніж з обмінною, вона властива більшості ґрунтів, навіть чорноземам.

1. Визначення актуальної та обмінної кислотності ґрунтів (рН водної і сольової витяжки) потенціометричним методом.

Суть методу полягає у витісненні обмінних іонів H⁺ і Al³⁺ 1 н. розчином KCl (рН=5,5-6) при відношенні ґрунту до розчину 1:5 для мінеральних ґрунтів і 1 : 2,5 для торфових з наступним визначенням рН.

Для визначення концентрації іонів водню використовується електрометричний (потенціометричний) метод, який дає можливість визначити рН в мутних, забарвлених і густих суспензіях.

Електрометричний метод базується на вимірюванні різниці потенціалів, яка виникає при зануренні пластинки якого-небудь металу в розчин, який містить цей же метал.

На електродах, які занурені у досліджуваний розчин або суспензію, емульсію виникає різниця потенціалів, яка залежить від концентрації іонів водню у досліджуваному середовищі.

ХІД РОБОТИ. На технічній вазі відважити дві наважки ґрунту по 10 г і пересипати їх в стаканчики ємністю 50 мл. В один

стаканчик долити 25 мл дистильованої води, а в другий – 25 мл. 1 н. розчину KCl. Вміст у стаканчиках ретельно перемішують склянкою паличкою протягом 3-4 хвилин. За допомогою приладу рН – 340 визначають величину рН в одному й другому стаканчиках і записують за формулою:

$$pH_{H_2O} = ; \quad pH_{KCl} = .$$

За показниками величини рН актуальної і обмінної кислотності визначають ступінь кислотності ґрунту.

2. Визначення гідролітичної кислотності.

Суть методу полягає в обробленні ґрунту 10 н. розчином оцтовокислого натрію з утворенням оцтової кислоти, яка відтитрується 0,1н. розчином NaOH. За кількістю мілілітрів витраченого для титрування луґу визначають гідролітичну кислотність.

Гідролітична кислотність завжди більша від обмінної, бо вона включає в себе актуальну і всю потенціальну кислотність. Пояснюють це явище тим, що гідролітична кислотність зумовлюється не тільки тими іонами водню, які є на поверхні колоїдної частинки, а й тими, які витискуються натрієм з інших шарів колоїдних частинок. Визначаючи гідролітичну кислотність, кількість виявлених водневих іонів також виражають у міліграм-еквівалентах на 100 г ґрунту. Визначати її необхідно для вирішення ряду практичних питань застосування добрив – встановлення норм вапна і можливості ефективного застосування фосфоритного борошна, розрахунку величини ступеня насичення ґрунтів основами.

ХІД РОБОТИ. На технічній вазі відважити 20 г ґрунту, пересипати в склянку і долити 50 мл 1 н. розчину оцтовокислого натрію:

- склянку закрити корком, вміст її збовтувати одну годину;
- одержану суспензію відфільтрувати через фільтр;
- взяти 25 мл фільтрату в колбочку, додати 2-3 краплі фенолфталеїну і відтитрувати 0,1 н. розчином луґу (NaOH) до слабо рожевого кольору.

Розрахунок проводиться за формулою:

$$Hг = \frac{a \cdot F \cdot 100 \cdot 1,75 \cdot K \cdot 0,1}{}$$

H

де а – кількість лугу, яка витрачена на титрування;

F – поправка до титру;

100 – для перерахунку на 100 г ґрунту;

1,75 – коефіцієнт на повне витіснення водню;

0,1 – коефіцієнт перерахунку в міліеквіваленти;

H – наважка ґрунту, яка відповідає об'єму фільтрату, що взято для титрування;

K – коефіцієнт гігроскопії.

Розрахунок норми вапна проводиться за формулою:

$$\text{CaCO}_3 \text{ т/га} = 0,05 \times \text{Hг} \times \text{h} \times \text{dv},$$

де: 0,05 – коефіцієнт перерахунку в CaCO₃;

Hг – гідролітична кислотність в мг/екв на 100 г ґрунту;

h – потужність орного шару;

dv – щільність складання ґрунту, г/см³ .

Запитання до самоконтролю:

1. Що таке рН?
2. Якими іонами обумовлюється кислотність ґрунту?
3. Що таке актуальна кислотність?
4. Що таке потенціальна кислотність?
5. Що таке обмінна кислотність ґрунту?
6. Поділ ґрунтів за рівнем рН.
7. При взаємодії з якими солями проявляється обмінна кислотність?
8. Що таке потенціальна кислотність?
9. На які види поділяється потенціальна кислотність?
10. При взаємодії з якими солями в ґрунті проявляється гідролітична кислотність?
11. Яку потрібно знати кислотність, щоб розрахувати дозу вапна?
12. Написати реакцію вапнування кислих ґрунтів.
13. Якими іонами обумовлюється гідролітична кислотність ґрунтів

Практична робота № 5

Тема: Ґрунтовий покрив світу (зональні особливості)

Мета роботи: встановити зональні особливості розподілу ґрунтів світу, дати характеристику основним типам ґрунтів, сформулювати цілісне уявлення про ґрунтовий покрив Землі.

Теоретична частина

Зональні ґрунти — ґрунти, в яких генетичні властивості та ґрунтоутворчий процес найбільшою мірою відповідають фізико-географічним умовам даної зони. Розвиваються на рівнинних елементах рельєфу під зональною рослинністю (напр., тундрові ґрунти, чорнозем, сірі лісові ґрунти).

Вчення В. В. Докучаєва про зональність ґрунтів. Виявлення закономірностей географії ґрунтів стали можливі лише на основі концепції В. В. Докучаєва про ґрунт як результаті взаємодії чинників ґрунтоутворення. Були виявлені наступні основні закономірності:

Горизонтальна ґрунтова зональність. На великих рівнинних територіях типи ґрунтів, що виникають під впливом типових для даного клімату умов ґрунтоутворення. Такі типи ґрунтів Докучаєв назвав зональними.

Це створює основну закономірність просторового розподілу ґрунтів на рівнинних територіях - горизонтальну ґрунтову зональність. Горизонтальна ґрунтова зональність не має загальнопланетарного поширення, вона характерна лише для дуже великих рівнинних територій, наприклад, Східно-Європейської рівнини, частини Африки, північної половини Північної Америки, Західної Сибіру, рівнинних просторів Казахстану і Середньої Азії. Як правило, ці горизонтальні ґрунтові зони розташовуються широтно, але в ряді випадків під впливом рельєфу напрямом горизонтальних зон різко змінюється. Наприклад, ґрунтові зони західної частини Австралії і Південної половини Північної Америки простягаються уздовж меридіанів.

Відкриття горизонтальної ґрунтової зональності було зроблено Докучаєвим на основі вчення про фактори ґрунтоутворення. Це було важливим науковим відкриттям, на базі якого було створено вчення про природних зонах.

Від полюсів до екватору один одного змінюють наступні основні природні зони: полярна зона (або зона арктичних і антарктичних пустель), зона тундри, зона лесотундр, зона тайги, зона змішаних лісів, зона широколистяних лісів, зона лісостепу, зона степу, зона напівпустель, зона пустель, зона саван і рідколісся, зона змінно-вологих (в тому числі мусонних) лісів і зона вологих вічнозелених лісів. Кожній з цих природних зон властиві цілком певні типи автоморфних ґрунтів. Наприклад, на Східно-Європейській рівнині чітко виражені широтні зони тундрових ґрунтів, підзолистих ґрунтів, сірих лісових ґрунтів, чорноземів, каштанових ґрунтів, бурих пустельних степових ґрунтів.

Ареали підтипів зональних ґрунтів розташовуються усередині зон також паралельними смугами, що дозволяє виділити ґрунтові підзони. Так, зона чорноземів підрозділяється на підзони вилужених, типових, звичайних і південних чорноземів, зона каштанових ґрунтів - на темно-каштанове, каштанові і світло-каштанові.

Вертикальна ґрунтова зональність. Друга закономірність географії ґрунтів - вертикальна зональність, що виявляється в зміні типів ґрунтів від підніжжя гірської системи до її вершин. З висотою місцевості стає холодніше, що тягне за собою закономірні зміни кліматичних умов, рослинного і тваринного світу. Відповідно до цього змінюються і типи ґрунтів. В горах з недостатнім зволоженням зміна вертикальних поясів обумовлюється зміною ступеня зволоження, а також експозицією схилів (ґрунтовий покрив тут набуває експозиційно-диференційований характер), а в горах з достатнім і надлишковим зволоженням - зміною температурних умов.

Спочатку вважалося, що зміна вертикальних ґрунтових зон абсолютно аналогічна горизонтальній зональності ґрунтів від екватора до полюсів, проте пізніше було виявлено, що серед гірських ґрунтів, поряд з типами, поширеними як на рівнинах, так і в горах, є ґрунту, які утворюються тільки в умовах гірських ландшафтів. Також було з'ясовано, що дуже рідко дотримується строга черговість розташування вертикальних ґрунтових зон (поясів). Окремі вертикальні ґрунтові пояса випадають, змішуються, а іноді навіть міняються місцями, тому був

зроблений висновок, що структура вертикальних зон (поясів) гірської країни визначається місцевими умовами.

Україна має багаті земельні ресурси. Площа її земельного фонду - 60,4 млн. га, з них сільськогосподарські угіддя становлять 70% площі всіх земель. Серед них орні землі займають в середньому 79% (один з найбільших показників у світі). Більша частина всіх сільськогосподарських угідь і 60% орних земель припадає на чорноземні ґрунти.

Загальний рівень господарської освоєності території України високий. Але в різних природних зонах спостерігаються відмінності. В зоні мішаних лісів землеробська освоєність менша, ніж у лісостеповій та степовій зонах. Але в цій зоні знаходиться 25% сіножатей і пасовищ, 40% лісів України.

Розораність земель у лісостеповій зоні - близько 70%, а у степовій зоні - понад 80%, тут найбільш поширене зрошення. В Українських Карпатах великі площі займають ліси, луки; ділянки з орними землями поширені в передгір'ях, міжгірних улоговинах і долинах річок. У Кримських горах висока лісистість, орні землі займають незначні території.

Між землекористувачами землі України розподіляються нерівномірно. Найбільші площі займають землі сільськогосподарського призначення. Значна частина припадає на населені пункти. В населених пунктах 80% земель становлять присадибні ділянки. Землі лісгосподарського призначення становлять 11,6%.

Для раціонального використання земельних ресурсів треба запобігати несприятливим фізико-географічним процесам (ерозія, перезволоженість, засолення, посушливість, солонцюватість та ін.).

Географія ґрунтів – один з важливих розділів ґрунтознавства. Вона вивчає закономірності просторового поширення ґрунтів і є основою їх обліку і оцінки як природного ресурсу. Знання законів географії ґрунтів, зональних і регіональних особливостей ґрунтового покриву потрібне для раціонального використання земельних ресурсів, охорони та меліорації ґрунтів.

Як наукова дисципліна, географія ґрунтів виникла і почала розвиватись на початку 80-х рр. XIX ст., коли В.В.Докучаєв

та його учні заклали основу наукового ґрунтознавства та встановили зональне поширення основних типів ґрунтів. Важливу роль у розвитку географії ґрунтів відіграє картографія.

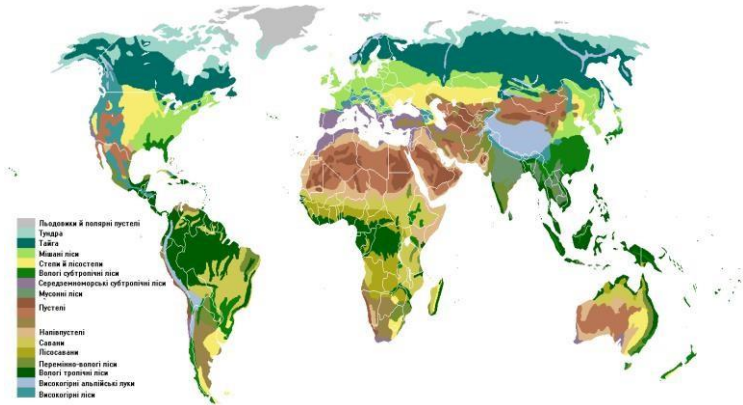


Рис.5.1. Наземні природні зони, класифіковані за типами рослинності.

Закон горизонтальної зональності - основні типи ґрунтів поширені на поверхні континентів земної кулі широкими смугами (зонами), які послідовно змінюють одна одну відповідно до зміни клімату, рослинності та інших факторів ґрунтоутворення ; В Північній півкулі - 5 широтних ґрунтово-біокліматичних поясів: полярний, бореальний, суббореальний, субтропічний і тропічний.

Практична частина

На підставі карт атласів та літературних джерел скласти повний перелік зональних автоморфних типів ґрунтів природних зон світу (таблиця 5.1). Скласти карту «Ґрунти світу», на якій:

- нанести різними кольорами основні зональні типи ґрунтів (згідно з переліком таблиці 5.1);

Таблиця 5.1

Географічний пояс	Географічна зона	Зольний тип ґрунтів
Полярний	Арктичні пустелі	
	Арктотундри	

Субполярний	Тундра	
	Лісотундра	
Помірний	Тайга	
	Змішані ліси	
	Широколистяні ліси	
	Лісостепу	
	Степу	
	Напівпустелі	
	Пустелі	
Субтропічний	Вологі субтропічні ліси	
	Сухі субтропічні (ксерофітні) ліси та чагарники	
	Прерії та лугові степи	
	Напівпустелі (напівпустельні степи)	
	Пустелі	
Тропічний, субекваторіальний, екваторіальний	Постійно-вологі екваторіальні ліси	
	Змінно-вологі тропічні ліси та високотравні савани	
	Тропічні рідколісся та чагарники	
	Сухі савани	
	Спустошені савани, напівпустелі	
	Пустелі	

Запитання до самоконтролю:

1. Розкажіть про горизонтальну зональність ґрунтів і чим вона викликана?

2. Розкажіть про вертикальну зональність ґрунтів і чим вона викликана?

Практична робота № 6

Тема: Характеристика ґрунтів та їх забруднень

Мета: навчитись оцінювати ступінь забруднення ґрунтів різними видами забруднювачів.

Теоретичні відомості

Ґрунт – це самостійне природне тіло, яке утворюється з поверхневих шарів гірських порід під сукупним впливом тварин, рослин, мікроорганізмів, клімату, води, рельєфу місцевості, часу, діяльності людини. Товщина ґрунтового покриву становить від 0,15-0,20 м до 2,00-3,00 м. Найважливіша особливість ґрунту – родючість, тобто забезпечення рослин усім необхідним для їх росту і розвитку. Родючість ґрунтів визначається: щільністю, материнською породою, вмістом гумусу, концентрацією біогенних макро- і мікроелементів, тепловим режимом, хімічним складом ґрунтової газової фази, багатством живої речовини, відсутністю забруднювачів, шкідників та збудників захворювань рослин. Усі процеси, що відбуваються в ґрунті, тісно взаємопов'язані.

Оптимальною є щільність ґрунту 1 г/см^3 , вже при щільності $1,4 \text{ г/см}^3$ погіршуються умови для росту коріння, газо- і водообміну, існування тваринних організмів, що розпушують ґрунт. Важка техніка, що працює на полях, переущільнює ґрунти, змінюючи не лише їх структурно-механічні властивості, але і хімічні та біологічні процеси.

У різних кліматичних зонах змінюється швидкість процесів ґрунтоутворення, товщина ґрунтового покриву, його родючість, типи ґрунтів (чорноземи, сірі лісові, каштанові, чорноземи тощо).

За вмістом гумусу розрізняють 2 типи ґрунтів: чорноземи (7-10 % гумусу) і підзолисті (2-3 % гумусу). Гумус підвищує вбираючу здатність та буферну ємність ґрунту, регулює рН, створює оптимальні умови для росту рослин.

Хімічний склад і концентрація ґрунтового розчину зумовлює живлення і ріст рослин. За високого вмісту солей рослини втрачають тургор (вода виходить з капілярів коренів рослин у ґрунт). Висока концентрація катіонів Ca^{2+} стримує надходження у рослину K^+ та PO_4^{3-} і сприяє засвоєнню NH_4^+ . Зниження рН погіршує ріст коріння, зменшує поглинання поживних речовин, пригнічує синтез білків і цукру. За високого значення рН сповільнюється поглинання фосфат-іонів, збільшується засвоєння катіонів.

Підвищення температури від 10°C до 25°C збільшує надходження поживних речовин. За охолодження ґрунту $< 10^\circ\text{C}$ уповільнюється поглинання рослинами сполук нітрогену і фосфору.

Ґрунтова газова фаза містить ґрунтове повітря, пари води та гази, що виділяються під час гниття органічних залишків чи надходять з навколишнього середовища. Це важливий компонент ґрунту у якому кисень є джерелом для дихання коренів рослин та аеробних мікроорганізмів. Вуглецю(IV) оксид утворюється в ґрунті під час дихання живих організмів та розкладання органічних решток, його оптимальний вміст – 0,1–1,5 %. Частина CO_2 виділяється в атмосферу, інша поглинається корінням рослин та використовується у процесі фотосинтезу для створення біомаси.

Окреме місце в ґрунті займає жива фаза, яка представлена організмами, що беруть участь у процесах ґрунтоутворення. До неї належать мікроорганізми (бактерії, гриби, актиноміцети, водорості), представники ґрунтової мікро- і мезофауни (найпростіші, черв'яки, комахи та інші) та кореневі системи рослин.

Однією з найважливіших властивостей багатьох ґрунтів є кислотність, яка зумовлена наявністю іонів гідрогену, а також обмінних іонів гідрогену та алюмінію в ґрунтовому розчині. Розрізняють актуальну і постійну кислотність. Актуальна або активна кислотність – це кислотність ґрунтового розчину, яка залежить від кількості органічних і мінеральних кислот у розчині. Виражають її величиною водного рН. Потенційна або пасивна кислотність – це кислотність ґрунту, яка виникає під час взаємодії із солями. Ця кислотність характеризується наявністю іонів

H^+ і Al^{3+} у ґрунтовому комплексі, які беруть участь в обмінних реакціях. Залежно від міцності зв'язку між H^+ і Al^{3+} розрізняють два види потенційної кислотності: обмінну та гідролітичну. Обмінна кислотність – це кислотність ґрунтового розчину, яка утворюється в процесі витіснення H^+ і Al^{3+} нейтральною сіллю (KCl , $NaCl$, $BaCl_2$).

З метою підвищення урожайності та для боротьби з бур'янами, шкідниками, захворюваннями сільськогосподарських культур використовують велику кількість хімічних засобів. Усі вони містять домішки важких металів, радіонуклідів, канцерогенів тощо. Крім того, джерелами надходження важких металів у ґрунти є: відкритий видобуток корисних копалин, викиди металургійних заводів, хімічних підприємств, сміттєспалювальних заводів, теплових електростанцій, звалища відходів, атмосферні опади, пожежі тощо. Метали порівняно легко накопичуються у ґрунтах, але повільно і важко видаляються з них.

Нафта за високих концентрацій ізолює поживні речовини від коріння рослин, робить ґрунтову масу гідрофобною, при загусненні утворює асфальтоподібну масу на поверхні ґрунту, яка ускладнює обмін газами і водою між атмосферою та ґрунтом.

Радіаційне забруднення ґрунтів спричиняють: радіоактивність гірських порід, які виходять на поверхню; втрати під час розробок родовищ та перероблення уранових руд; випробовування ядерної зброї; могильники радіоактивних відходів; аварії на атомних електростанціях. Радіонукліди мігрують як на поверхні ґрунту, так і вглиб. Шляхи міграції залежать від кліматичних умов, сорбційних властивостей ґрунтів, діяльності ґрунтових мікроорганізмів, розчинності радіонуклідів, ступеня засвоєння рослинами. Тому для досягнення максимальної родючості з нанесенням мінімальної шкоди ґрунтам слід постійно проводити моніторинг їх стану, прогнозувати зміни властивостей і регулювати вплив негативних чинників.

Оцінку рівня забруднення ґрунтів виконують за такими показниками: коефіцієнт концентрації хімічного елемента (KC), сумарний показник забруднення (ZC). Коефіцієнт концентрації визначають як відношення реального вмісту забрудника у ґрунті до його фонового вмісту або ГДК.

$$K_C = C / C_{\Phi} = C / \text{ГДК} , \quad (6.1)$$

де: C – реальний вміст певної хімічної речовини в ґрунті, мг/кг; C_{Φ} – фоновий вміст цієї хімічної речовини в ґрунті, мг/кг; ГДК – гранично допустима концентрація забруднюючої речовини в ґрунті, мг/кг.

Зазвичай ґрунти одночасно забруднені кількома речовинами, тому для них розраховують сумарний показник забрудненості, який відображає комплексний ефект впливу всієї групи речовин:

$$Z_c = \left(\sum K_{Ci} \right) - (n - 1), \quad (6.2)$$

де: Z_c - сумарний показник забруднення ґрунтів;

K_{Ci} – коефіцієнт концентрації i -тої речовини в пробі ґрунту;

n – кількість врахованих забруднюючих речовин.

Сумарний показник забруднення може бути визначений як для всієї території, так і для окремої ділянки, що визначена геохімічною вибіркою. Оцінку небезпечності забруднення ґрунтів комплексом хімічних речовин за показником Z_c виконують за оціночною шкалою, градація якої розроблена на підставі вивчення стану здоров'я населення, яке мешкає на територіях з різними рівнями забруднення ґрунтів (табл. 6.1)

Таблиця 6.1

Орієнтовна оціночна шкала небезпечності забруднення ґрунтів за сумарним показником Z_c

Категорія забруднення ґрунту	Z_c	Зміна показників здоров'я мешканців у зонах забруднення ґрунтів
Допустима	≤ 16	Найнижчий рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень у дорослого населення
Помірно небезпечна	16 - 32	Підвищення загального рівня захворюваності
Небезпечна	32 - 128	Підвищення загального рівня захворюваності: кількості дітей, які часто хворіють; дітей з хронічними захворюваннями; порушення функціонування серцево-судинної системи.
Дуже небезпечна	> 128	Підвищення захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції у жінок (збільшення випадків токсикозу при вагітності, передчасних пологів, мертвонароджених, гіпотрофій немовлят).

У табл.6.2 наведені значення ГДК деяких хімічних речовин у ґрунті.

Таблиця 6.2

Значення ГДК хімічних речовин у ґрунті

Забруднююча речовина	ГДК, мг/кг	Забруднююча речовина	ГДК, мг/кг
Кобальт	5,0	Фосфор (суперфосфат)	200,0
Манган, вилучений з чорнозему та дерново-підзолистого ґрунту	700,0	Фториди	10,0
Мідь (рухома форма)	3,0	Сірководень	0,4

Нікель	4,0	Бензол	0,3
Ртуть	2,1	Ксилоли	0,3
Свинець (рухома форма)	6,0	Стирол	0,1
Свинець	32,0	Толуол	0,3
Хром	6,0	Ізопропілбензол	0,5
Цинк	23,0	Азотні калійні добрива	120,0
Нітрати	130,0	Поверхнево-активні речовини	0,2
Арсен	20,0	Рідкі комплексні добрива	80,0

Завдання 1. Грунт у населеному пункті забруднений декількома хімічними речовинами, їх концентрація така (мг/кг): нітрати – 390,0; суперфосфат – 290,0; фториди – 47,0; арсен – 18,0. ГДК цих забруднювачів наведено в табл. 1.1. Розрахуйте сумарний показник забруднення ґрунтів.

Розв'язок

Сумарний показник забруднення ґрунтів визначимо за формулою (2), він рівний:

$$Z_C = \left\{ \frac{390}{130} + \frac{290}{200} + \frac{47}{10} + \frac{18}{20} \right\} - (4-1) = 7,95$$

Оцінка небезпеки забруднення ґрунту в населеному пункті (табл.6.1) допустима.

Завдання 2. Ґрунти території нафтопереробного заводу і навколо нього забруднені відходами, що містять токсичні шкідливі речовини (мг/кг): α -метилстирол – 1,99; толуол – 0,78; бензол – 0,17. Розрахуйте у скільки разів перевищений їх вміст у

грунті, якщо ГДК (мг/кг) становить відповідно: 0,5; 0,3, 0,57. **Розв'язання.** Визначимо у скільки разів перевищено ГДК вище перелічених речовин у ґрунті: α -метилстирол = $1,99:0,5 = 3,88$; толуол = $0,78:0,3 = 2,6$; бензол = $0,17:0,57 = 0,30$. Вміст α метилстиролу перевищено в 3,88 раз; толуолу – в 2,6 раз; бензолу – в 0,3 раз.

Під час внесення мінеральних добрив у ґрунт потрапляють важкі метали, які спричиняють зміни фізичних, фізико-хімічних і агрохімічних властивостей ґрунтів, погіршення умов функціонування ґрунтової біоти і зоофауни, навіть їх загибель. У ґрунтах діють механізми, що призводять до трансформації техногенних потоків, зв'язування ксенобіотиків в малорухомі і недоступні для рослин форми, що діють в певних межах. Враховуючи це, екологічна ситуація може змінюватися від сприятливої до катастрофічної. Розрізняють такі типи екологічної ситуації (за вмістом важких металів).

Сприятлива – у ґрунтах вміст валових форм знаходиться на рівні кларків¹, рухомих форм – нижчий від ГДК; у рослинній продукції – нижчий від ГДК.

Задовільна – у ґрунтах вміст валових форм дещо перевищує кларки, але не сягає ГДК, рухомих форм – на рівні ГДК; у рослинній продукції – нижчий від ГДК.

Передкризова – у ґрунтах вміст валових форм на рівні ГДК, рухомих форм – у 1,5-2 рази вищий від ГДК; у рослинній продукції – на рівні ГДК.

Кризова – у ґрунтах вміст валових форм у 2-10 раз вищий від ГДК, рухомих форм – у десятки раз вищий від ГДК; у рослинній продукції – в 1,1-1,5 рази вищий від ГДК.

Катастрофічна – у ґрунтах вміст валових форм у десятки і сотні раз вищий від ГДК, рухомих форм – у сотні раз вищий від ГДК; у рослинній продукції – у десятки раз перевищує ГДК.

Завдання 3. Визначити рівень прояву кризових явищ і тип екологічної ситуації при використанні мінеральних добрив, які містять важкі метали.

¹ кларки* - числа, що показують вміст хімічних елементів у вагових або атомних відсотках.

Таблиця 6.3

Визначення типу екологічної ситуації

Вид добрив	Вміст в добриві важких металів, г/т	ГДК, мг/кг	Рівень прояву кризових явищ	Тип екологічної ситуації
Купрум (рухома форма)				
Нітратні	89	3,0	29,7	Катастрофічна
Фосфорні	107	3,0	35,7	Катастрофічна
Калійні	9,3	3,0	3,1	Кризова
Цинк				
Нітратні	49	23	2,1	Кризова
Фосфорні	151	23	6,6	Кризова
Калійні	50	23	2,2	Кризова

Для визначення типу екологічної ситуації під час внесення мінеральних добрив і супутнього забруднення ґрунтів важкими металами слід вміст важких металів в тонні добрива розділити на ГДК металу. Так ми отримуємо рівень прояву кризового явища за яким визначимо тип екологічної ситуації.

Приклад 1. Визначаємо рівень прояву кризового явища щодо забруднення ґрунтів купрумом (рухома форма) внесеними:

- з нітратними добривами $89:3 = 29,7$ – катастрофічна екологічна ситуація;
- з фосфорними добривами $107:3 = 35,7$ – катастрофічна екологічна ситуація;
- з калійними добривами $9,3:3 = 3,1$ – кризова екологічна ситуація.

Приклад 2. Визначаємо рівень прояву кризового явища щодо забруднення ґрунтів Цинком внесеними:

- з нітратними добривами $49:23=2,1$ – кризова екологічна ситуація;

- з фосфорними добривами $151 : 23 = 6,6$ – кризова екологічна ситуація;
- з калійними добривами $50 : 23 = 2,2$ – кризова екологічна ситуація.

За надлишкового вмісту в кореневмісному шарі ґрунту солей (мають отруйний вплив на рослини натрію хлорид, кальцію хлорид, кальцію сульфат, магнію сульфат, натрію гідрокарбонат, натрію карбонат та інші), які згубно діють на розвиток сільськогосподарських культур виникає явище засолення. Ступінь засолення ґрунтів визначають за формулою:

$$\alpha = \frac{m}{S} \cdot 100 \quad (6.3)$$

де α – ступінь засолення ґрунтів,

%; m – вміст обмінного іону Na^+ (мг-екв/100 г ґрунту);

S – сума поглинених основ (мгекв/100 г ґрунту).

Завдання 4. Швидкість втрат гумусового шару становить у середньому 1 см щорічно. Зменшення товщини гумусового шару на 1 см викликає зниження потенційного врожаю зернових культур у чорноземах на 100 кг із 1 га. Оцініть наслідки для світового співтовариства, якщо середня врожайність зернових культур у світі становить 28 центнерів з га.

Розв'язок

Втрата 1 см гумусу за рік супроводжується зменшенням врожайності на 100 кг із 1 га. На сьогодні, середня врожайність зернових культур 2800 кг із 1 га, тоді кількість років за які втратиться весь гумус становитиме $t = 2800/100 = 28$ років

За 28 років врожайність зернових культур буде нульовою.

Завдання 5. Запаси гумусу орних угідь степової зони становлять у середньому 400 т/га. Внаслідок погіршення агрохімічних властивостей відбувається щорічна втрата гумусу у середньому до 0,33 %. Розрахуйте дисбаланс гумусу за 3 роки на території 100 га.

Розв'язок

Визначимо кількість гумусу, що втрачається з 1 га в рік

$400 \times 0,33 = 132 \text{ т/га}$. За три роки втратимо $132 \times 3 = 396 \text{ т/га}$.
 На території 100 га за три роки втратимо $396 \times 100 = 39600 \text{ т гумусу}$. За три роки на території 100 га втратимо 39600 т гумусу.

Завдання 6. Щорічні втрати оброблюваних земель становлять 50000 км². На частку сільськогосподарських угідь припадає близько 10 % від усього земельного фонду планети. Підрахуйте через скільки років сільськогосподарські угіддя можуть деградувати повністю. В оцінках прийняти, що радіус Землі становить 6370 км, а на частку суші доводиться 1/3 від усієї площі поверхні Землі.

Розв'язок

Розрахуємо площу поверхні Землі за формулою:

$$S_3 = 4 \pi R^2, \quad (6.4)$$

де S_3 – площа поверхні Землі; R – радіус Землі.

$$S_3 = 4 \times 3,14 \times (6370)^2 = 450964586 \text{ км}^2$$

Визначаємо площу суші:

$$S_C = 450964586 \times 1 / 3 = 16988195,5 \text{ км}^2.$$

Визначаємо площу сільськогосподарських угідь

$$S_{c,y.} = 16988195,5 \times 0,1 = 1698819,5 \text{ км}^2.$$

Розрахуємо через скільки років сільськогосподарські угіддя можуть деградувати $t = 1698819,5 : 50000 = 339,76$ років.

За щорічних втрат оброблюваних земель 50000 км² сільськогосподарські угіддя можуть деградувати повністю за 339,76 років.

Завдання 7. Перетворення родючих земель у пустелі іде зі швидкістю 1 га/хв. Територія суші придатна для проживання людства оцінюється приблизно у 100 млн. км². Через який проміжок часу населення планети вичерпає всі земельні ресурси.

Розв'язок

Перерахуємо швидкість перетворення родючих земель (V) у пустелі в одиниці – км²/рік, тоді:

$$V = 1 \times 60 \times 24 \times 365 = 525600 \text{ га / рік} = 5256 \text{ км}^2 / \text{рік} .$$

Розрахуємо час за який населення планети вичерпає всі земельні ресурси:

$$t = 100000000 : 5256 = 19025,9 \text{ роки}$$

Час за який населення планети вичерпає всі земельні ресурси складе 19025,9 роки.

Завдання для самостійної роботи:

1. За якими показниками проводять оцінку якості ґрунтів?
2. Як відбувається оцінка небезпеки забруднення ґрунту в населеному пункті?
3. Як розраховуються запаси гумусу орних угідь?
4. Оцінити наслідки зменшення орного шару земель України.
5. Дослідити визначення типу екологічної ситуації під час внесення мінеральних добрив і супутнього забруднення ґрунтів важкими металами (згідно завдання).

Практична робота № 7

Тема: Оцінка деградації ґрунтів

Мета: ознайомитись з поширеними видами антропогенної деградації ґрунтів, засвоїти критерії оцінки деградації та розробити заходи боротьби з ними.

Теоретичні відомості

Під деградацією ґрунтів слід розуміти погіршення властивостей родючості і якості ґрунту внаслідок впливу природних або антропогенних факторів. У більш широкому розумінні поняття деградація ґрунтів включає себе як погіршення основних якісних показників родючості без помітних ознак руйнування або зникнення генетичних ознак ґрунтів, так і фізичне руйнування ґрунтових горизонтів аж до втрати ґрунтом не лише своїх функцій як середовища існування, а й повного фізичного зникнення як біокосного природно-історичного тіла.

Останніми роками у зв'язку з катастрофічним скороченням обсягів виробництва й застосування органічних і мінеральних добрив, а також значним обробітком ґрунту глобальних масштабів набула агрохімічна і агрофізична деградації земель, внаслідок яких сильно прогресують такі негативні явища як дегуміфікація, втрата структури ґрунтів та їх переущільнення, що в кінцевому результаті призводить до виснаження ґрунтів на основні поживні речовини.

Найбільш поширеними деградаційними процесами ґрунтового покриву України є ерозія, декальцинація (підкислення), осолонцювання, дегуміфікація, агровиснаження, забруднення радіонуклідами, важкими металами, залишками пестицидів, агрофізична деградація та інші, що призводять до погіршення не тільки екологічного стану ґрунтів, зниження їх родючості, продуктивності сільськогосподарських культур та якості продукції, але й агросфери в цілому.

Стосовно виявлення деградаційних процесів ґрунтового покриття України проводяться наукові дослідження у багатьох Інститутах НААНУ. У своїх працях акад. В.В. Медведєв із співробітниками (ННЦ «Інститут агрохімії і ґрунтознавства ім. О.Н. Соколовського») виділяють такі типи деградації ґрунтів:

- Фізичну – ерозія, агрофізична деградація (переуцільнення, втрата структури), зміна режиму вологості (аридизація – посухостійкість чи гідроморфізм – підтоплення ґрунтів);

- Хімічну – дегуміфікація та забруднення ґрунтів;

- Фізико-хімічну – процеси погіршення властивостей ґрунтів внаслідок проходження різноманітних обмінних реакцій (декальцинація, підкислення, підлуження, осолонцювання);

- Біологічну – комплекс процесів, які призводять до істотної зміни мікробіологічного пулу чи превтоми ґрунту.

Масштаби основних деградаційних процесів ґрунтового укриття України представлені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

**Поширення деградації ґрунтів в Україні
(за В.В. Медведєвим, Т.Н. Лактіоною, Н.М. Бреус)**

Тип деградації	Ступінь деградації, % від загальної площі			
	легкий	середній	сильний	всього
Втрата гумусу і поживних речовин	12	30	1	43
Переуцільнення	10	28	1	39
Замулення і кіркоутворення	12	25	1	38
Площинна водна ерозія	3	13	1	17
Водна ерозія, утворення ярів	0	1	2	3
Побічна дія водної ерозії (замулення водоймищ та ін.)	1	1	1	3
Підкислення	5	9	0	14
Заболочування	6	6	2	14
Забруднення радіонуклідами	5	6	0,1	11,1

Вітрова ерозія, втрати верхнього шару ґрунту	1	9	1	11
Забруднення пестицидами та іншими органічними речовинами	2	7	0,3	9,3
Забруднення важкими металами	0,5	7	0,5	8
Засолення, підлугування	1	3	0,1	4,1
Зниження рівня земної поверхні	0,05	0,15	0,15	0,35
Деформація земної поверхні вітром	0,04	0,23	0,08	0,35
Аридизація ґрунту	0,04	0,18	0	0,21

Оцінку ступеня деградації ґрунтів проводять трьома шляхами, а саме:

- порівнюючи деградований ґрунт з еталоном. Еталон – це значення певного показника або параметр, характерний для цілих ґрунтів, сформованих у типових для цієї місцевості умовах;

- порівнюючи параметри ґрунтів, що досліджуються, з аналогічними фоновими параметрами. Фон – це середнє значення певного показника, характерне для недеградованих ґрунтів вибраної території.

- за абсолютними показниками якості ґрунту (незважаючи на природні властивості ґрунтів), використовуючи розроблені та стандартизовані нормативи якості ґрунтів.

**Характеристика найпоширеніших видів антропогенної деградації ґрунтів
(О.Ф. Гнатенко, М.В. Капштик, Л.Р. Петренко, С.В. Вітвіцький, 2005)**

Причина деградації	Показники порушення властивостей ґрунтів	Морфологічні ознаки погіршення ґрунтів
<i>Водна ерозія</i>		
Нераціональна господарська діяльність (розорювання земель, вирубка лісів, інтенсивний випас худоби, промислове будівництво тощо). Застосування на схилових землях рівнинної агротехніки (полицевої оранки, обробітку і посіву вздовж схилів, вирощування просапних культур)	Змив верхнього шару ґрунту; втрати дрібнозему; зменшення ґрунтової товщі; втрати гумусу і поживних речовин; несприятливі зміни структурного, мікроагрегатного та гранулометричного складу; зниження потенційної родючості	Поява на поверхні ґрунту вимоїн, розмивів, ярів; зменшення або повна втрата верхнього гумусового горизонту; вкорочення профілю; наближення до поверхні внутріґрунтових горизонтів; освітлення; побуріння верхнього генетичного горизонту
<i>Дефляція</i>		
Розорювання земель, невідповідність способів обробітку і технологій вирощування культур; тривалий час відсутності рослинності; переосушення земель; втрата ґрунтами протиерозійної здатності (дегуміфікація, розпилення)	Знесення вітром дрібнозему; зменшення ґрунтової товщі; зміни мікроагрегатного, гранулометричного складу ґрунтів; втрати гумусу і поживних речовин; падіння родючості; утворення наносів дрібнозему.	Вкорочений ґрунтовий профіль; зменшення або повна втрата верхнього гумусового і перехідних горизонтів; наявність наносів дрібнозему

Продовження таблиці 7.2

Дегуміфікація

Недостатнє внесення органічних добрив; інтенсивний обробіток ґрунту; необґрунтоване поглиблення орного шару; відчуження з поля нетоварної частини врожаю: внесення високих доз фізіологічно кислих мінеральних добрив; підсилення процесів ерозії;

Зменшення вмісту гумусу в ґрунті; зниження протиерозійної стійкості; падіння потенційної та ефективної родючості

Освітлення верхнього гумусово-кумулятивного горизонту; розпилення структурних окремонностей; ущільнення ґрунту

Декальцинація (кислотна деградація)

Випадіння кислотних дощів; довгострокове внесення фізіологічно кислих мінеральних добрив; низький рівень застосування органічних добрив та хімічних меліорантів

Зміни у складі ґрунтового вбирного комплексу; підвищений вміст обмінних катіонів H^+ та Al^{3+} , втрати гумусу; зниження рівня рН

Освітлення верхнього горизонту ґрунту; поява борошністої крем'янки на структурних окремонностях; зниження лінії скипання від 10% НС1

Вторинне осолонцювання

Тривале зрошення слабо мінералізованими лужними водами, які містять соду або мають несприятливе співвідношення між натрієм і сумою кальцію та магнію у сольовому складі	Содонакопичення (карбонати та бікарбонати натрію і магнію); зміни в складі увібраних катіонів; накопичення обмінного натрію; втрати гумусу; підвищення рН.	Освітлення верхнього горизонту; поява брилистості; злиття горизонтів; підвищення щільності та твердості ґрунту; здатності до набрякання і прилипання.
---	--	---

<i>Вторинне засолення</i>		
Підняття рівня мінералізованих ґрунтових вод вище критичного; полив мінералізованими водам	Соленагромадження (сульфати, хлориди натрію, магнію, кальцію)	Вицвіти солей на поверхні ґрунту або поверхні структурних окремоностей; утворення ґрунтової кірки та брилистої структури
<i>Агрофізична деградація</i>		
Застосування глибокої полицевої оранки без урахування генетичних особливостей ґрунтів; використання важкої техніки; колісних тракторів; недостатня кількість органічних добрив	Втрата агрономічно цінної структури; розпилення ґрунту; утворення плужної підшви; зниження водопроникності; ущільнення ґрунту; погіршення водно-повітряного режиму;	Поява брилистості; наявність плужної підшви; підвищена щільність орного шару ґрунту; застоювання води на поверхні ґрунту після опадів; утворення кірки
<i>Заболочування</i>		

<p>Підтоплення земель; підняття рівня 36 вод; прісних підґрунтових вод вище критичних значень горизонтів: оторфування</p>	<p>Збільшення волого-насиченості ґрунтів; оглеєння генетичних горизонтів; злиття; поява ознак рослинних решток; розвиток відновних процесів</p>	<p>Високий рівень підґрунтових застоювання води на поверхні оглеєння генетичних горизонтів;</p>
<p><i>Забруднення важкими металами</i></p>		
<p>Забруднення навколишнього середовища промисловими викидами і відходами</p>	<p>Нагромадження в ґрунтах важких металів; втрата гумусу; погіршення стану ґрунтів.</p>	<p>Руйнування ґрунтових агрегатів; розпилення ґрунтів</p>

Діагностичні критерії деградації ґрунтів

Для вибору найбільш ефективних заходів поліпшення чи підтримання властивостей ґрунтів у сприятливому інтервалі значень необхідно визначити ступінь їх деградації. З цією метою використовують діагностичні критерії ступеня деградації (табл. 7.3)

Таблиця 7.3

**Діагностичні критерії ступеня деградації ґрунтів
(О.Ф. Гнатенко, М.В. Капштик, Л.Р. Петренко, С.В.
Вітвіцький, 2005)**

Показники	Ступінь деградації ґрунтів, недобір врожаю, %			
	Слабка, до 10	Середня, 10–50	Сильна, 50–90	Повна, 90–100
<i>Водна ерозія і дефляція</i>				
Відсутні генетичні горизонти	змито або дефльовано ½ Н чи НЕ	змито або дефльовано понад ½ або весь Н чи НЕ	Н, НР чи НЕ, Е і частково Рн чи І	змито або дефльовано Н, НР, Рн чи НЕ, Е, І
<i>Дегуміфікація</i>				
Зменшення вмісту гумусу, % від вихід.	До 20	20–40	40–60	> 60
<i>Вторинне підкислення</i>				
pH _{KCl}	5,5–5,0	5,0–4,5	4,5–4,0	< 4,0
Hг, мг-екв/100г ґрунту	3–4	4–5	5–6	>6,0

Сума увібраних катіонів, мг-екв/100г	20–15	15–10	10–5	< 5
<i>Агрофізична деградація</i>				
Структурноагрегатний склад, %, агрегатів 0,25-10 мм	75–60	60–50	50–30	< 30
Рівноважна щільність, г/см ³	1,4	1,4–1,6	1,6–1,8	>1,8
піщані та супіщані суглинкові та глинисті	1,3	1,3–1,5	1,5–1,7	>1,7
Водопроникність за першу годину, мм	100–50	50–30	30–10	< 10

Основні напрями боротьби із деградаційними процесами

- ***Профілактичний*** – заходи щодо попередження розвитку деградаційних процесів на недеградованих і слабкодеградованих ґрунтах (протиерозійне облаштування території, конструювання екологічно-сталих агроландшафтів, нормування навантаження на ґрунти);
- ***Оперативний*** – заходи щодо попередження розвитку деградації ґрунтів, що здійснюються постійно в процесі їх використання (дотримання розроблених норм та правил щодо технологій обробітку ґрунту, якості та кількості зрошуваних вод, якості і технологій внесення добрив, меліорантів та інших агрохімікатів, упровадження протиерозійних заходів, ґрунтозахисних сівозмін, тощо).
- ***Регенеративний*** – заходи відтворення деградованих і порушених земель (виведення малопродуктивних земель із ріллі, консервація та рекультивація земель, детоксикація забруднених ґрунтів, розсолення вторинно-засолених ґрунтів).

- **Завдання 1.** Ознайомитися з основними показниками деградації ґрунтів та напрямками боротьби з ними. На основі отриманих даних, користуючись додатковою літературою і знаннями, отриманими у процесі вивчення даної дисципліни, заповнити таблицю:

Таблиця 7.4

Заходи боротьби з деградацією ґрунтів

<i>Показник деградації ґрунтів</i>	<i>Заходи боротьби</i>		
	профілактичні	оперативні	регенеративні
Водна ерозія			
Дегуміфікація			
Вторинне підкислення			
Агрофізична деградація			
Забруднення важкими металами			

Запитання для самоконтролю:

1. Яким чином проводять оцінку ступеня деградації ґрунтів?
2. Що розуміють під деградацією ґрунтів?
3. Які найбільш поширені деградаційні процеси ґрунтового покриву України?
4. Що називають еталоном ґрунту?
5. Оцінити стіан деградації ґрунтів певної тереторії.

Практична робота № 8

Тема: Екологічні наслідки антропогенних змін ґрунту

Мета: вивчення процесів деградації ґрунтового покриву та охорона земельних ресурсів в Україні

Екологічні наслідки змін ґрунту

Шкідливий антропогенний вплив на земельні ресурси, розгул стихій, розбуджених та посилених людиною, завдає ґрунтам величезної, часом непоправної шкоди. Це, насамперед, погіршення ґрунтової структури, механічне руйнування та ущільнення ґрунту, постійне збіднення на гумус та поживні речовини, водна та вітрова ерозії, забруднення ґрунту мінеральними добривами, отрутохімікатами, мастилом та пальним. Забруднення ґрунтів за величиною зон поділяється на фонове, локальне, регіональне і глобальне. Фонове забруднення близьке до його природного складу. Локальним вважається забруднення ґрунту поблизу одного або декількох джерел забруднення. Регіональним забрудненням вважається при переносі забруднюючих речовин до 40 км від джерела забруднення, а глобальним – при забрудненні ґрунтів декількох регіонів (областей).

Аналіз розподілу і характеру використання земельного фонду України свідчить, що сформовані агроландшафти за своєю структурою нераціональні та еколого незбалансовані. Співвідношення між сільськогосподарськими та лісовими угіддями, між ріллею та іншими видами сільськогосподарських угідь є недоціленими та невиправданими ні з економічної, ні з екологічної позиції. Сьогоднішній стан земельного аграрного фонду викликає тривогу та стурбованість. Майже у всіх областях катастрофічно знижується родючість ґрунтів, збільшуються масштаби вітрової і водної ерозії та цілої низки інших негативних явищ.

В Україні погіршується якість та зменшується родючість ґрунтів, погіршується екологічний стан земельних ресурсів. Існуюча система землекористування антиекологічна, антисоціальна і надзвичайно негативна, що вимагає розробки і впровадження невідкладних заходів охорони земель.

Охорона земельних ресурсів є невід'ємною частиною екологічної проблеми охорони навколишнього середовища. Для

розвитку сільськогосподарського виробництва має вирішальне значення, раціональне користування земельною ділянкою, відновлення її родючості, максимальне зменшення вилучень сільськогосподарських угідь для нужд промислового, житлового і транспортного будівництва. Особливу роль у стабілізації земельного фонду сільського господарства належить питанням відновлення заражених земель

Хід виконання роботи

Підготувати доповідь з одного із запропонованих питань. Роботу необхідно оформити у вигляді мультимедійної презентації. На занятті проводиться захист роботи



Рис. 8.1. – Приклад оформлення презентації

Теми доповідей:

1. Забруднення ґрунтів пестицидами.
2. Забруднення ґрунтів мінеральними добривами.
3. Забруднення ґрунтів відходи виробництва.
4. Забруднення ґрунтів газо-димові викидами забруднюючих речовин в атмосферу.
5. Забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами

Практична робота № 9

Тема: Моніторинг якості ґрунту. Визначення індексу якості ґрунтів

Мета роботи: ознайомитись з основними показниками (індикаторами) якості ґрунтів та оволодіти методикою оцінки якості.

Теоретичні відомості

Моніторинг земель – це система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів. У системі моніторингу земель проводиться збирання, оброблення, передавання, збереження та аналіз інформації про стан земель, прогнозування їх змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану земель та дотримання вимог екологічної безпеки.

Основними завданнями моніторингу земель є прогноз еколого- економічних наслідків деградації земельних ділянок з метою запобігання або усунення дії негативних процесів.

Земельний фонд України становить 60,4 млн. га; сільськогосподарські угіддя – 69,3%, в тому числі рілля – 54,4%, перелogi – 0,4%, багаторічні насадження – 1,6%, сіножаті — 3,8%, пасовища – 9,1%, лісові та інші насадження – 17,2%, заболочені землі – 1,6%, землі, вкриті водою – 4,0%, 159 тис. га займають радіоактивно забруднені сільськогосподарські угіддя, 164,4 тис. га – порушені землі.

З усіх типів ґрунтів найродючішими є чорноземи (еталон родючості), вони займають до 60 % усіх сільськогосподарських угідь України та розташовані в межах лісостепу та степу. Вміст гумусу в цих ґрунтах становить 4–9 %, їх товщина сягає 1–1,5 м.

Індекс якості ґрунту *Soil Quality Index SoQI* визначається за формулою:

$$SoQI = 100 - \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{\quad} \quad (9.1)$$

Фактор **F1**, який характеризує відношення кількості забруднюючих речовин, що не відповідають стандартам (локальним, регіональним чи державним) **НВС**, до загальної кількості **N₃** забруднюючих речовин у ґрунті, визначається за виразом:

$$F1 = \frac{N_{НВС}}{N_3} \quad (9.2)$$

Фактор **F2** представляє відношення кількості тестів **ТНВС**, результати яких не відповідають стандартам, до загальної кількості проведених тестів **Т₃**:

$$F2 = \frac{T_{НВС}}{T_3} \quad (9.3)$$

Якщо концентрація забруднювача **СНВС** більша або менша, ніж стандартні значення **С_с**, рівень відхилення цього забруднювача від стандартного значення здійснюється за виразом:

$$E_i = \frac{(C_{НВС})_i - 1}{C_{Ci}} \quad (9.4)$$

Після цього підраховується середня сума концентрацій як відношення суми всіх відхилень забруднювачів від стандартних значень до загальної кількості тестів, що не відповідають стандартам:

$$\Sigma C = \frac{\Sigma E_i}{T_{НВС}} \quad (9.5)$$

Звідси можна визначити параметр **F3**, що характеризує кількість (амплітуду) тестів, що не відповідають стандартним значенням:

$$F3 = \frac{C}{0,01 C - 0,01} \quad (9.6)$$

Оцінювання рівня забруднення ділянки ґрунту, що досліджується, проводять за шкалою:

Таблиця 9.1

Шкала оцінки забруднення ґрунту

Рівні забруднення	Значення індексу якості ґрунту SoQI
Дуже низький	90-100
Низький	70-90
Помірний	50-70
Високий	30-50
Дуже високий	0-30

Приклад.

Результати аналізу забруднення ґрунту нафтовими вуглеводнями (НВВ) в Канаді (регіон Saskatchewan) наведено у таблиці. Тут нафтові вуглеводні НВВ складаються принаймні з

$F1 - C6 - C10; F2 - C10 - C16;$

чотирьох фракцій:

$F3 - C16 - C34; F4 > 34$

Таблиця 9.2
Аналіз зразків ґрунту, забрудненого нафто-
вими вуглеводнями (НВВ)

Параметр	Західна стінка, мг/кг	Дно, мг/кг	Північна стінка, мг/кг	Південна стінка, мг/кг	Стандартні значення
Глибина, м	2,4	5,3	2,4	3,0	–
Бензол	0,8	1,1	0,5	40	5,0
Етилбензол	27	0,8	4,7	82	50
Толуол	100	2,0	0,8	14	30
Ксилени	180	4,5	7,8	220	50
НВВ F1	820	96	140	2840	1000
НВВ F2	130	8,9	21	180	3000
НВВ F3	<5	<5	<5	<5	5000
НВВ F4	<5	<5	<5	<5	10000
Свинець	10	8	8	16	1000

Визначаємо фактор *F1*:

$$F1 = \frac{5}{9100} = 55,6$$

де: 5 – кількість забруднюючих речовин, що не відповідають стандартам (у таблиці це бензол, етилбензол, толуол, ксилени, НВВ *F1*); 9 – загальна кількість забруднюючих речовин у ґрунті, що досліджується.

$$F2 = \frac{6}{36100} = 16,7$$

Тут **6** – кількість тестів, результати яких не відповідають стандартам (результати цих тестів наведено у таблиці жирним шрифтом); **36** – загальна сума всіх тестів (9 забруднювачів × 4 ділянки ґрунту).

Визначаємо фактор **F3** :

$$E_1 = \frac{(C_{HBC})_1}{C_{C1}} - 1 = \frac{40}{5} - 1 = 7$$

$$E_2 = \frac{(C_{HBC})_2}{C_{C2}} - 1 = \frac{82}{50} - 1 = 0,64$$

$$E_3 = \frac{(C_{HBC})_3}{C_{C3}} - 1 = \frac{220}{50} - 1 = 3,4$$

$$E_4 = \frac{(C_{HBC})_4}{C_{C4}} - 1 = \frac{2840}{1000} - 1 = 1,84$$

$$E_5 = \frac{(C_{HBC})_5}{C_{C5}} - 1 = \frac{100}{30} - 1 = 2,3$$

$$E_6 = \frac{(C_{HBC})_6}{C_{C6}} - 1 = \frac{180}{50} - 1 = 2,6$$

Звідки:

$$F3 = \frac{C}{0,01(C)_8} = \frac{2,96}{(2,96 \times 0,01 \times 0,01)} = 74,8$$

Отже, визначаємо за виразом значення індексу якості ґрунту:

$$SoQI = 100 - \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732} = 100 - \frac{\sqrt{55,6^2 + 16,7^2 + 74,8^2}}{1,732} = 100 - 56 = 45$$

Після проведених розрахунків зробити відповідні висновки, що до величини індексу якості ґрунту.

Визначення ерозійного індексу ґрунту.

Швидкість краплин дощу досягає 9 м/с; під час падіння вони передають свою кінетичну енергію частинкам ґрунту, руйнуючи ґрунтові агрегати та пересуваючи частинки на відстань до 1 м. Ці частинки можуть транспортуватися на більші відстані водними потоками. Через те, що відстань транспортування залежить від розмірів частинок, відбувається просторове перенесення маси частинок, що супроводжується появою струмків, ярів та загальною зміною рельєфу ґрунту.

Ерозійний індекс опадів.

Добуток кінетичної енергії дощових краплин та інтенсивності дощу за 30- хвилинний проміжок часу називається ерозійним індексом опадів

$$R = 0,01E I_{k30} = 0,01 \times 21 \text{ Дж./м}^2 \times \text{мм} \times \\ \times 1 \text{ мм/хв} \times 30 \text{ хв} = 6,3 \text{ Дж/м}^2$$

Цей індекс вимірюється в одиницях МДж·мм/га·год·рік, і отже варіює від 0- 1700 до 8500 МДж·мм/га·год·рік. В Україні типові значення інтенсивності дощу варіюють від 1 мм/хв для дрібного дощу до 9-12 мм/хв для зливи.

Універсальне рівняння втрат ґрунту. Універсальне рівняння втрат ґрунту (Revised Universal Soil Loss Equation RUSLE) має вигляд:

$$A = 2,24 \times R \times K \times LS \times C \times P \quad (9.7)$$

де **R** – ерозійний індекс опадів; **K** – фактор ерозійності ґрунту; **LS** – топографічний фактор; **C** – фактор покриву; **P** – фактор контролю за ерозією. Тут **A** вимірюється у т/га.

Добуток кінетичної енергії дощових краплин та інтенсивності дощу за 30- хвилинний проміжок часу називається

ерозійним індексом опадів. Цей показник умовно враховує кінетичну енергію дощів за певний період максимальної інтенсивності їх випадання:

$$R = 0,01E I_{k30} \quad (9.8)$$

Цей індекс вимірюється в одиницях МДж·мм/га·год·рік. Величина ерозійного індексу опадів варіює від 0-1700 до 8500 МДж·мм/га·год·рік. Розглянемо універсальне рівняння, що описує втрати ґрунту за рахунок водної ерозії та фактори, що впливають на цю ерозію.

Ерозійний фактор ґрунту K

Далі визначають ерозійний фактор ґрунту *K*, який характеризує здатність частинок ґрунту бути виштовхнутими з маси ґрунту. Він залежить від текстури ґрунту, проникності ґрунту та його здатності поглинати воду.

Таблиця 9.3

Ерозійний фактор ґрунту

Текстура	Вміст органічної речовини		
	<0,5 %	2 %	4 %
Пісок	0,05	0,03	0,02
Суглинок	0,38	0,34	0,29
Мулуватий суглинок	0,48	0,42	0,38
Мул	0,60	0,52	0,43
Глина	0,13-0,29	0,13-0,29	0,13-0,29

Топографічний фактор *LS*

Цей фактор безрозмірний. Він характеризує вплив довжини ґрунтової ділянки та крутизни її нахилу, яка впливає на швидкість руху води.

Таблиця 9.4

Топографічний фактор ґрунту

	Довжина ґрунтової ділянки, м			
Нахил, %	7,6	22,9	46,7	91,4
1	0,09	0,12	0,15	0,18
5	0,27	0,46	0,66	0,93
12	0,90	1,6	2,2	3,1
30	4,0	6,9	9,7	14,0

Фактор градієнту нахилу *S* являє відношення втрат ґрунту який оцінюється, на ділянці довжиною 22,1 м, порівняно з такою ж ділянкою, що має нахил 9 %. Нахил може вимірюватися у градусах або відсотках:

$$\theta = \arctg (S / 100); S = 100 \operatorname{tg} \theta$$

Наприклад: $\theta = 450$; $S = 100 \%$

Фактор покриття та менеджменту *C*. Покриття різної природи зберігають ґрунт. Варіює цей фактор від 0,001 для добре захищеного ґрунту до 1 для голого ґрунту. Цей фактор регулюється людиною.

Таблиця 9.5

Фактор покриття ґрунту

Вегетаційні умови	Фактор покриття та менеджменту <i>C</i>
Бавовна, 80 % покрив	0,60
Кукурудза, мульчування, 40 % покрив	0,21

Кукурудза, мульчування, 90 % покрив	0,05
Неторканий ліс, 90-100 % підстилка	0,001-0,0001
Пасовище, 95 % трав'яний покрив	0,003

Фактор, що враховує контроль ерозії *P*

Таблиця 9.6

Фактор контролю ерозії

Нахил, %	Максимальна довжина контуру, м	Фактор <i>P</i>
1-2	122	0,60
3-5	91,4	0,50
6-8	61,0	0,50
9-12	36,6	0,60
13-16	24,4	0,70
21-25	15,2	0,90

Отже, універсальне рівняння втрат ґрунту (Universal Soil Loss Equation) має вигляд:

$$A = 2,24 \times R \times K \times LS \times C \times P$$

де **A** вимірюється у т/га.

Запобігти водну ерозію можна за допомогою спеціальних заходів щодо захисту ґрунту та контролю за протіканням ерозії. Наприклад, вважається доцільним не залишати голою ріллю, а покривати ґрунт залишками врожаю

Приклад:

Підрахувати щорічні втрати ґрунту завдяки водній ерозії за допомогою RUSLE за такими даними:

$$R = 1275 \text{ Мдж} \times \text{мм} / \text{г} \times \text{а} \times \text{год} \times \text{рік}$$

$$K = 0,24 \text{ т} \times \text{га} \times \text{г} \times / \text{га} \times \text{МДж} \times \text{мм}$$

$$LS = 2,89$$

$$C = 1,0$$

$$P = 1,0$$

$$A = ?$$

Розв'язок:

$$A = 2,24R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P =$$

$$= 1275 \text{МДж} \times \text{мм} / \text{га} \times \text{год} \times \text{рік} \times 0,24 \text{т} \times \text{га} \times \\ \times \text{год} \times / \text{га} \times \text{МДж} \times \text{мм} \times 2,89 \times 1 \times 1 = 884 \text{ т/га} \\ \times \text{рік}$$

Завдання для самостійної роботи:

1. Назвати основні компоненти ґрунту.
2. Дати визначення якості ґрунту.
3. Охарактеризувати показники якості ґрунту.
4. Назвати фізичні показники якості ґрунту.
5. Які показники якості ґрунту відносяться до хімічних?
6. Які існують типи ерозії ґрунтів?
7. Що таке вітрова ерозія, водна ерозія?
8. Чим пояснюється прискорена ерозія ґрунтів?
9. Проаналізувати наслідки ерозійних процесів.
10. Охарактеризувати рівень ерозійних процесів в Україні.

Практична робота № 10

Тема: Критерії і показники оцінки ерозійних процесів.

Водна ерозія

Мета: ознайомитися та вивчити показники оцінки ерозійних процесів внаслідок шкідливої дії води.

Теоретичні відомості

Кількісна оцінка водної ерозії передбачає дві системи критеріїв оцінки: 1) за фактичною еродованістю ґрунтового покриву; 2) за потенційною небезпекою ерозії при певному рівні ймовірності дії факторів ерозії (світовий досвід організації протиерозійного захисту вказує на те, що достатнім є розрахунок на 10 %-ну забезпеченість. Кількісна інформація про фактичну еродованість має статус офіційної. Вперше системні дані щодо еродованості ґрунтів України одержані після великомасштабного ґрунтового обстеження в 1957-1961 рр. На підставі цих матеріалів колектив науковців під керівництвом професора К.Л. Холупяка опрацював карту еродованості ґрунтів України. Після організації Державного комітету земельних ресурсів відомості про еродованість ґрунтів в офіційних звітах подаються цією установою. Тобто одержати такі дані можна без істотних ускладнень, але при їх використанні необхідно мати на увазі, що ця інформація може не завжди бути об'єктивною. Еродовані ґрунти північних схилів можуть діагностуватися як повнопрофільні, а короткопрофільні нееродовані ґрунти південних схилів – як еродовані.

Друга вісь – це кількісна оцінка потенційної ерозійної небезпеки. Така оцінка можлива при наявності характеристик природних факторів ерозії. Теоретичною підставою обчислення потенційної ерозійної небезпеки є припущення про те, що єдиною причиною сучасної ерозії є діяльність людини, а природні фактори ерозії (обставини) – лише її передумови.

Норматив проявлення ерозії повинен дорівнювати швидкості ґрунтоутворювального процесу. Тобто є якийсь максимум, вище якого ерозійні втрати в конкретній точці простору і часі бути не можуть. Достатнім рівнем прийнято, як вже згадувалося, вважати 10 %-ну забезпеченість. У такому випадку розрахункове значення потенційного річного змиву ґрунту 10 %-ї забезпеченості є необхідним показником потенційної небезпеки ерозії.

Проте на ґрунтах різної вихідної потужності профілю однакові ерозійні втрати ґрунту приведуть до різних наслідків. Тому кількісний показник ерозійної небезпеки повинен враховувати цей суттєвий аспект. У такому контексті досить інформативним показником щодо потенційної ерозійної небезпеки є індекс збереження ґрунтів (ІЗГ), який визначається зі співвідношення потужності (маси) гумусового горизонту (Н, т/га) та імовірних ерозійних втрат (змив ґрунту 10 %-ї забезпеченості, т/га). Він показує, за скільки років можливо втратити гумусовий горизонт (Н), якщо в середньому кожного року буде ерозія на рівні 10 %-ї забезпеченості. ІЗГ – кількісний показник ерозійної небезпеки.

Для розрахунку показника небезпеки ерозії можливо запропонувати різні підходи. Усі вони базуються на оцінці міри антропогенного втручання в природні ландшафти. Показниками щодо антропогенного навантаження можуть бути розораність території, співвідношення ерозійно небезпечних (рілля, сади тощо) і сталих (сінокісні, культурні пасовища, цілина, ліс, тощо) агрофонів щодо еродування ґрунтів.

Завдання для самостійної роботи:

1. Скільки існує критеріїв оцінки наслідків дії вітрової ерозії?
2. Якими даними необхідно володіти, для повної оцінки заподіяної шкоди від водної ерозії?
3. Чому має дорівнювати норматив проявлення ерозії?
4. Що характеризує такий показник як кількісний показник ерозійної небезпеки?
5. Дослідити стан розвитку ерозійних процесів в заданому регіоні.

Теми для самостійної роботи

№	Теми для самостійної роботи
1	Ґрунт як специфічний компонент екосистеми. Хімічний склад ґрунтів.
2	Екзогенні процеси та їх вплив на екологічне середовище.
3	Генетико-морфологічна будова ґрунту.
4	Мінеральна та органічна речовина ґрунту. Баланс гумусу ґрунту і шляхи його регулювання.
5	Особливості агровиробничого групування та бонітування ґрунтів.
6	Моніторинг ґрунтів та нормативно-законодавча база у сфері використання й охорони земельних ресурсів в Україні.
7	Вплив військових дій на стан, якість, родючість ґрунтів.
8	Патології ґрунтового профілю та генетичних горизонтів, порушення біоенергетичного режиму ґрунтів та екосистем.
9	Забруднення та хімічне отруєнням ґрунтів. Причини, наслідки, запобігання.
10	Аналіз застосування світового досвіду у забезпеченні та відтворення родючості ґрунтів.

Список рекомендованої літератури:

1. Аверченко, В. І., Самойленко. Н.М. Грунтознавство [Електронний ресурс] : навч. посіб. Харків : Мачулін, 2018. 118 с.
2. Веремеєнко С. І. Охорона ґрунтів та відновлення їх родючості : навч. підручник. Рівне : НУВГП, 2010. 218 с.
3. Думич І. Ю., Топилко Н. І. Грунтознавство та механіка ґрунтів : навч. посіб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. 192 с.
4. Камінський В. Ф. Про збереження та відтворення родючості ґрунтів. Інформаційно - аналітичні матеріали щодо наукового обґрунтування заходів із збереження та відтворення родючості ґрунтів. С. 70
5. Медведєв В. В., Лісовий М. В. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства. Харків:Штріх, 2002. 98 с.
6. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні : колективна монографія / С. А. Балюк та ін. Харків, 2010. 538 с.
7. Панас Р. М. Грунтознавство : навч. посіб. Львів : Новий Світ-2000, 2021. 372 с.
8. Агрономічне ґрунтознавство: навч. посіб./ І. Д. Примак та ін. Вінниця :ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 580 с.
9. Сметанін В. І. Рекультивация та облаштування порушених земель. К., 2002. 96 с.