

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**



ГРУНТОЗНАВСТВО

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

для студентів освітньо-професійних програм «Біологія», «Екологія» та
«Технології захисту навколишнього середовища»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Дніпро
НТУ «ДП»
2020

Ґрунтознавство. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів освітньо-професійних програм «Біологія», «Екологія» та «Технології захисту навколишнього середовища» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти [Текст] / І. Г. Миронова, І. І. Клімкіна, В. Ю. Ґрунтова, А. А. Юрченко. НТУ «Дніпровська політехніка». — Дніпро: НТУ «ДП», 2020. — 41 с.

Автори:

І. Г. Миронова, канд. техн. наук, доц.;

І. І. Клімкіна, канд. біол. наук, доц.;

В. Ю. Ґрунтова, ас.;

А. А. Юрченко, канд. техн. наук, доц.

Затверджено методичними комісіями зі спеціальностей 091 «Біологія» (протокол № 2 від 10.03.2020 р.), 101 «Екологія» (протокол № 2 від 10.03.2020 р.) та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» (протокол № 2 від 10.03.2020 р.) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол № 8 від «17» лютого 2020 р.).

Подано методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Ґрунтознавство» для студентів освітньо-професійних програм «Біологія», «Екологія» та «Технології захисту навколишнього середовища» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, д-р. техн. наук, проф. А. В. Павличенко

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Ґрунтознавство – наука про ґрунти, яка вивчає походження, розвиток, будову, склад, властивості, географічне поширення та раціональне використання ґрунтів. Сучасне ґрунтознавство розглядає ґрунти як самостійне природно-історичне біокосне тіло, яке виникло та розвивається на поверхні Землі під дією біотичних, абіотичних та антропогенних факторів.

Основні напрямки розвитку сучасного ґрунтознавства: вивчення антропогенних ґрунтів та антропогенних трансформацій ґрунтового покриву, прогноз можливої еволюції ґрунтів за умов природних і антропогенних змін факторів ґрунтоутворення, забезпечення виконання педосферою (сферою ґрунтів) своїх глобальних екологічних функцій, класифікація ґрунтів з метою вирішення питань контролю та використання земельних ресурсів світу тощо.

Метою вивчення дисципліни є формування у майбутніх фахівців теоретичних і практичних знань щодо складу, будови та властивостей ґрунтів і ґрунтових утворень, закономірностей їх формування та розвитку, а також обґрунтуванні шляхів їх раціонального використання та відтворення.

Методичні рекомендації призначені для закріплення теоретичних знань, набутих студентами в лекційному курсі «Ґрунтознавство», а також формування практичних навичок з вивчення особливостей відбору ґрунтів для різних видів аналізу, вивчення фізико-хімічних та механічних властивостей ґрунту, а також визначення ролі антропогенних факторів у деградації природних ландшафтів.

Методичні рекомендації включають 7 лабораторних робіт, тексти яких викладено за типовою структурною схемою: тема, мета лабораторної роботи, подання теоретичних положень за темою, хід проведення лабораторних дослідів і розрахунків, завдання та контрольні запитання.

Послідовність проведення лабораторних робіт відповідає темам лекційних занять, що сприяє практичному закріпленню теоретичних знань з дисципліни.

В результаті виконання лабораторних робіт з дисципліни «Ґрунтознавство» студенти повинні набути навички з:

- відбору та підготовки проб ґрунтів для хімічного, бактеріологічного, гельмінтологічного та інших видів аналізу;
- визначення гранулометричного складу ґрунтів;
- визначення вологості ґрунту;
- визначення актуальної та обмінної кислотності ґрунту;
- оцінки засоленості ґрунтів;
- визначення інтенсивності водної ерозії ґрунту;
- визначення екологічного бонітету ґрунтів залежно від ступеня техногенної трансформації ландшафтів.

Структура звіту та загальні вимоги до його оформлення

Звіт повинен формуватися з 7 лабораторних робіт (в печатному або письмовому вигляді), викладених за наступною схемою:

- тема роботи;
- мета лабораторної роботи;
- методика досліджень;
- протокол досліджень (аналітичні дані, результати спостережень);
- обробка результатів (розрахунки, підсумкові таблиці);
- висновки.

Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт

Під час проведення лабораторних робіт викладач і студенти повинні керуватися положеннями відповідних нормативних документів та інструкцій кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища НТУ «Дніпровська політехніка»:

– БЖД 18-28 з охорони праці та безпеки життєдіяльності під час виконання лабораторних робіт у навчальних лабораторіях;

– БЖД 18-27 з охорони праці та безпеки життєдіяльності під час проведення лабораторних, практичних занять, дослідів з біології;

– ОП 18-4 з електробезпеки на I групу допуску.

При роботі в лабораторії слід дотримуватись наступних загальних вимог:

1. Лабораторні роботи студентам дозволяється виконувати тільки у присутності викладача.

2. Кожен студент повинен працювати в лабораторії на закріпленому за ним робочому місці, стан якого підтримується в чистоті.

3. Перед початком занять викладач і студенти повинні одягнути лабораторний одяг (бавовняний халат та ін.), спецзасоби захисту кінцівок, очей (довге волосся слід прибрати під косинку чи заколоти).

4. Виконувати лабораторні роботи необхідно акуратно, сумлінно, уважно; раціонально та правильно використовувати час, відведений для роботи.

5. Дослід необхідно проводити в точній відповідності з його описом у методичних вказівках, суворо дотримуватися послідовності додавання реактивів. Виконання дослідів проводити тільки в чистому сухому лабораторному посуді.

6. При використанні хімічних реактивів (луг, кислот або солей) їх відбір необхідно проводити за допомогою спеціальних засобів (піпеток, шпатель, мензурок тощо). Пролиті на підлогу або стіл хімічні речовини необхідно знешкоджувати та прибрати під керівництвом лаборанта (викладача) відповідно до правил безпеки. Розмішувати реакційну суміш у посудині скляною паличкою або фарфоровим шпателем треба обережно, не допускаючи ушкодження посудини. Держати посудину при цьому необхідно за її горловину.

7. У дослідах з нагріванням необхідно користатися посудом, який має відповідне маркування. Переносячи посуд з гарячою рідиною, необхідно тримати його обома руками: однією – за дно, другою – за горловину, використовуючи при цьому рукавиці або рушник, щоб уникнути опіків. Леткі горючі речовини заборонено нагрівати на відкритому вогні.

8. Всі роботи з легкозаймистими та горючими рідинами повинні

здійснюватися у витяжній шафі при увімкненій вентиляції, вимкнутих газових пальниках і електронагрівальних приладах. При випадкових проливах летких ЗР, а також втратах горючих газів, необхідно негайно вимкнути усі джерела відкритого вогню, електронагрівальні прилади.

9. Роботи із застосуванням електроприладів (рН-метр, сушильна шафа, розсів тощо) необхідно виконувати під наглядом викладача (лаборанта).

10. Після закінчення роботи слід упорядкувати своє робоче місце: вимити посуд, протерти поверхню стола, закрити водопровідні крани, вимкнути електричні прилади.

11. Речовини, фільтри, папір, які були використані під час роботи, слід викидати в спеціальне відро, концентровані розчини кислот і лугів зливати у спеціальний посуд.

При виникненні надзвичайних ситуацій під час проведення лабораторних робіт необхідно:

1. При виникненні пожежі перш за все треба вимкнути всі нагрівальні прилади, потім гасити полум'я (його не можна задувати). Якщо горять органічні речовини, не слід заливати полум'я водою – потрібно скористатися піском, пожежними ковдрами, вогнегасниками (краще вуглекислотними).

2. При незначних опіках (гарячими предметами, речовинами або паром) місце опіку необхідно обробити етиловим спиртом або розчином перманганату калію, а при важких опіках слід негайно звернутися до лікаря.

3. У випадку порізу склом потрібно спочатку уважно оглянути ранку та витягти з неї уламки скла, якщо вони є, а потім обробити поранене місце 2 % розчином перманганату калію, змазати йодом та зав'язати бинтом або заклеїти лейкопластиром.

4. При несправності в роботі електроприладу (наприклад, підсвічення в мікроскопі) необхідно звернутися до викладача. Лагодити самостійно прилади забороняється.

5. При ураженні електричним струмом, якщо потерпілий залишається у зіткненні зі струмоведучими частинами, необхідно негайно вимкнути струм за допомогою вимикача або вивернути запобіжну пробку чи перерубати струмопровідний провід ізольованим інструментом. До потерпілого, доки він знаходиться під струмом, не можна торкатися незахищеними руками (без гумових рукавичок). Якщо потерпілий не дихає, після вимикання струму потрібно негайно, не чекаючи лікаря, робити штучне дихання.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 ВІДБІР ПРОБ ҐРУНТІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета: опанувати методику відбору проб ґрунтів для проведення різних видів аналізу; відібрати проби ґрунту з техногенної ділянки та підготувати їх до аналізу згідно з вимогами методики.

Обладнання і матеріали: ніж, дерев'яний чи металевий шпатель, ґрунтовий бур, поліетиленові пакети або скляні ємності, етикетки, фарфорова ступка з товкачиком, сито з отворами 1 мм, терези.

1.1. Загальні положення

Метод відбору та підготовки проб ґрунтів до аналізу є стандартним і рекомендується для проведення досліджень природних та екологічно порушених ґрунтів будь-якого походження.

Цей метод використовується для оцінки якісного стану ґрунтів (окремо їх родючого шару), а також контролю загального та локального забруднення ґрунтів в районах техногенного впливу (промислових, сільськогосподарських, господарсько-побутових або транспортних джерел забруднення); не використовується для оцінки забруднення, що є наслідком неорганізованих аварійних ситуацій (викидів, проривів очисних споруд тощо).

Аналіз ґрунтів природних і техногенних територій має цілий ряд особливостей. Залежно від факторів, що впливають на їх зміни і формування, мають місце наступні підходи до проведення досліджень:

- хімічний, бактеріологічний та гельмінтологічний аналіз ґрунтів проводять 1 раз на рік (при цьому хімічний аналіз у ґрунтових пробах техногенних зон передбачає визначення в них вмісту важких металів і контроль рівня забруднення пробних ділянок токсикантами відповідно до векторів «рози вітрів»);

- контроль і аналіз ступеня забруднення ділянок урбанізованих територій (дитячих садків, лікувально-профілактичних закладів і зон відпочинку) проводять з частотою відбору проб не менше 2 разів на рік – весною та восени;

- для вивчення динаміки процесу самоочищення ґрунтів відбір проб проводять в перший місяць кожного тижня, а потім кожний місяць в період вегетації рослин до завершення активної фази самоочищення;

- у випадку неоднорідного характеру рельєфу місцевості пробні ділянки розглядають і аналізують залежно від складності його елементів.

Спочатку на карти чи плани наносять пункти розміщення джерел забруднення, визначення пробних ділянок та місця відбору точкових проб. В ході досліджень пробні площі закладають на ділянках з подібним ґрунтовим і рослинним покривом, а також з урахуванням господарського використання основних ґрунтів.

Опис дослідної та пробної ділянок роблять у спеціальному паспорті, відповідно до зразку (Додатки А та Б), а розширену характеристику ґрунтів надають за вимогами Додатку В.

Контроль рівня забруднення ґрунтів сільськогосподарських угідь в

залежності від характеру забруднення, вирощуваних культур, а також рельєфу місцевості, проводять шляхом закладки на кожному 0,5–20,0 га території мінімум 1 пробної ділянки розміром не менше 10 x 10 м.

Для контролю санітарного стану ґрунтів в зоні впливу промислових джерел забруднення пробні ділянки закладають на площі, яка дорівнює трьом санітарно-захисним зонам.

Розмір пробної ділянки для санітарного контролю ґрунтів на території розміщення дитячих садків, ігрових майданчиків та інших громадських закладів, що займають невелику площу, повинен бути не більше 5 x 5 м.

1.2. Методика відбору проб ґрунтів

Оскільки ґрунт навіть на сусідніх ділянках має різну структуру і склад, дуже важливим етапом аналізу є правильний відбір зразків ґрунту, формування усередненої проби, переведення її в повітряно-сухий стан, відділення певної за гранулометричним складом фракції.

Проби ґрунту для визначення рівня забруднення техногенних ділянок відбирають з одного чи декількох шарів або горизонтів методом конверта 4 проби по краях ділянки та 1 проба посередині).

Для геохімічних досліджень точкові проби відбирають, як правило, з акумулятивного шару ґрунтів. З цією метою з їх поверхні знімають підстилку, а потім відбирають зразки ґрунту з шару товщиною 20 см за діагональним принципом таким чином, щоб кожна з них була частиною ґрунтів, типовою для генетичних горизонтів. Кількість точкових проб може коливатися від 5 до 15, а їх вага залежить від кількості необхідних аналізів. Точкові проби відбирають ножом, шпателем або ґрунтовим буром. Об'єднану усереднену пробу отримують шляхом змішування 5 точкових проб, відібраних з однієї пробної ділянки. Маса такої проби повинна бути не менша за 1 кг.

Для контролю рівня забруднення поверхневими розповсюдженими шкідливими речовинами (нафтою, нафтопродуктами, важкими металами тощо) точкові проби відбирають з кожного шару глибиною 0–5 см та/або 5–20 см масою не менше 200 г кожна.

Для контролю рівня забруднення легко мігруючими речовинами точкові проби відбирають з генетичних горизонтів всього профілю ґрунтів за допомогою неметалічного інструменту. Перед відбором точкових проб стінку прикопки чи поверхні керна слід зачистити ножом з полістиролу або пластмасовим шпателем.

Відібрані проби ґрунту вкладають в пакети, які герметично закривають і позначають на етикетці номер зразка ґрунту, дату і місце відбору.

Точкові проби ґрунтів, що призначені для аналізу летких хімічних речовин, необхідно одразу ж помістити у скляні ємності з притертими пробками, заповнивши їх повністю.

Точкові проби ґрунтів, призначені для аналізу пестицидів, слід відбирати тільки у скляну тару, а не у поліетиленову чи пластмасову.

Проби ґрунтів для бактеріологічного аналізу з метою недопущення їх повторного зараження необхідно відбирати з додержанням умов асептики,

використовуючи стерильний інструмент та посуд для перемішування.

Для бактеріологічного аналізу з однієї пробної ділянки складають 10 усереднених (об'єднаних) проб. Кожну таку пробу формують з трьох точкових проб масою від 200 до 250 г кожна, які відбирають пошарово з глибини 0–5 та/або 5–20 см.

Для гельмінтологічного аналізу з кожної пробної ділянки беруть одну об'єднану пробу масою 200 г, яка складається з 10 точкових проб масою 20 г кожна, що відбиралися з кожного шару з глибини 0–5 та 5–10 см. При необхідності відбір проб проводять з глибоких шарів ґрунтів по генетичних горизонтах.

Всі об'єднані проби повинні бути зареєстровані в журналі та пронумеровані. На кожному з цих проб обов'язково повинен бути заповнений супроводжувальний талон (Додаток Д).

При транспортуванні та збереженні проб ґрунтів повинні бути прийняті міри щодо попередження можливості їх повторного забруднення або зараження.

1.3. Зберігання ґрунтових проб

Для проведення хімічного аналізу проби ґрунтів висушують до повітряно-сухого стану, а потім зберігають у мішечках з тканини, картонних коробках або скляній тарі (ексикаторах).

Проби ґрунтів, що призначені для визначення летких та хімічно-нестійких речовин, доставляють у лабораторію та швидко аналізують.

Ті проби ґрунтів, що призначені для бактеріологічного аналізу, пакують у сумки-холодильники та одразу передають у лабораторію для аналізу або зберігають в холодильниках при температурі від 4 до 5 °С не більше 24 годин. Для аналізу на кишкові палички й ентерококи проби ґрунтів зберігають у холодильниках не більше 3 діб.

Проби ґрунтів, призначені для гельмінтологічного дослідження, доставляють у лабораторію на аналіз одразу ж після відбору або зберігають у холодильниках при температурі від 4 до 5 °С.

При необхідності зберігання проб ґрунтів більше місяця застосовують консервуючі засоби: ґрунти пересипають у кристалізатор і заливають розчином формаліну з масовою часткою 3%, який приготовлений на ізотонічному розчині NaCl з масовою часткою 0,85% – рідина Барбагалло чи розчином соляної кислоти з масовою часткою 3%, а потім зберігають у холодильнику.

1.4. Підготовка проб ґрунтів до аналізу

В лабораторних умовах усереднену (об'єднану) пробу ґрунту розсипають на папері або кальці та розминають товкачиком великі грудки. Потім відбирають сторонні вclusions: коріння рослин, комах, каміння, скло, вугілля, кістки тварин, а також новоутворення (вclusions) – друзи гіпсу, вапняні вclusions тощо. Відібрані новоутворення аналізують окремо, попередньо подрібнивши їх у ступці.

Після цього пробу ґрунту знову розтирають у ступці товкачиком та

просіюють через сито з діаметром отворів 1 мм. Отриманий таким чином ґрунт називають «дрібнозем» (частинки менше, ніж 1 мм), а той, що залишився на ситі – «ґрунтовий скелет».

Далі дрібнозем висипають на аркуш паперу (або кальку) і розрівнюють шаром в 1–2 см. Далі методом квартування (рис. 1.1) формують ґрунтову пробу для подальших дослідів: ділять шар ґрунту на чотири рівні частини, дві з яких відкидають, а ті, що залишились, з'єднують, перемішують і знову зменшують пробу методом квартування декілька разів. В результаті повинна залишитись проба ґрунту масою 200–300 г.

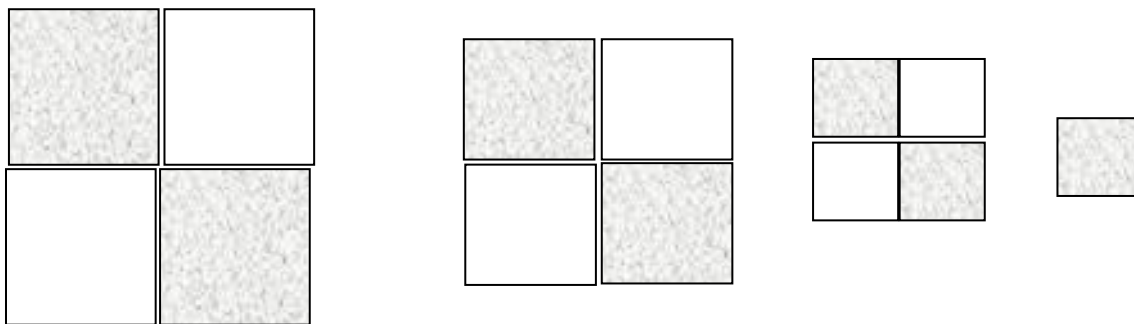


Рис. 1.1 – Підготовка проби ґрунту для аналізу методом квартування

Після цього отриманий дрібнозем зважують. Частина ґрунту, що залишилася на ситі, зважується окремо; і визначається її вміст у відсотках від загальної маси ґрунту з розміром частинок більше ніж 1 мм.

Для визначення валового вмісту мінеральних компонентів з просіяного матеріалу відбирають пробу масою не більше 20 г та розтирають її до пудроподібного стану у фарфоровій ступці (краще з агату, яшми або плавленого корунду).

Аналіз ґрунтів на вміст летких речовин проводять без відбирання сторонніх включень та попереднього розтирання.

Завдання

1. Опанувати методику відбору проб ґрунтів для проведення різних видів аналізу.
2. Вибрати техногенну ділянку для подальших досліджень стану ґрунту. Роздрукувати карту місцевості за видом з супутнику за допомогою онлайн-сервісу Google Maps, що відповідає необхідному масштабу. Нанести на карту контури досліджуваної ділянки та визначені місця відбору проб ґрунту.
3. На місцевості зробити опис екологічного стану ґрунтів досліджуваної ділянки з занесенням даних у відповідні бланки (Додатки А–В).
4. Відібрати 2–3 об'єднані проби ґрунту з досліджуваної ділянки, які потім в лабораторних умовах підготувати до подальших аналізів згідно з вимогами методики.

Контрольні запитання

1. Для яких видів аналізу відбирають проби ґрунту?

2. Яка періодичність відбору проб ґрунту для проведення хімічного аналізу на вміст важких металів?
3. Чим відрізняється характер відбору проб ґрунту при забрудненні поверхневими токсикантами, леткими чи мігруючими речовинами?
4. Які особливості відбору проб ґрунту для бактеріологічного аналізу?
5. Що таке об'єднана усереднена проба ґрунту і як вона формується?
6. Надайте характеристику методу квартування.
7. Які фракції проб ґрунту складають «ґрунтовий скелет» та «дрібнозем»?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ВИВЧЕННЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТІВ

Мета: ознайомитись з особливостями класифікації механічних елементів ґрунту; опанувати методику визначення гранулометричного складу ґрунту; визначити механічний (гранулометричний) склад ґрунту; побудувати диференційну криву залежності відсоткового вмісту фракцій від розмірів механічних елементів ґрунту.

Обладнання і матеріали: зразки ґрунту, набір сит, розсів, дерев'яний або металевий шпатель, фарфорові чи металеві чашки, терези.

2.1. Загальні положення

Властивості ґрунтів значно залежать від розмірів і співвідношення їх складових частинок або *механічних елементів*. За природою їх розподіляють на мінеральні, органічні та органо-мінеральні частинки (це первинні чи вторинні залишки гірських порід, окремі мінерали, гумусові речовини та продукти їх взаємодії).

Механічні елементи знаходяться у ґрунтах у вільному або агрегатному стані (агрегати різної форми та розмірів). Групування частинок ґрунтів за фракціями називається *класифікацією механічних елементів*. А співвідношення механічних фракцій, виражене у відсотках, називається *механічним* або *гранулометричним складом*.

Гранулометричний склад ґрунтів значно впливає на ґрунтоутворення та його інтенсивність, забезпечує протікання життєво важливих для живих істот фізико-механічних, повітряних, водно-фізичних, теплових, окисно-відновних, поглинальних та обмінних процесів. Це пояснюється тим, що вони пов'язані з міграцією, перебігом і накопиченням органічних та мінеральних речовин, сприяють формуванню ґрунтового профілю тощо.

За класифікацією Н. А. Качинського (1965) у твердих фазах ґрунтів виділяються наступні фракції (табл. 2.1).

Сума частинок, дрібніших за 0,001 мм, називається *муловою* або *тонкодисперсною* фракцією. Саме вона є найбільш показовою (ключовою) при оцінюванні родючості ґрунтів, тому що до її складу входять речовини, які здатні транспортувати поживні речовини до кореневої системи рослин. Серед середньо-дисперсних фракцій для вирощування сільськогосподарських культур найбільш бажаною визнається дрібнозерниста піщана фракція (розмір частинок

0,25–0,05 мм), яка включає алюмосилікати (переважно кварц й польові шпати) і володіє певною капілярністю та вологоємністю.

Таблиця 2.1 – Характеристика механічних фракцій у ґрунтах

Назва фракції	Розміри фракції, мм
Каміння	>3
Гравій	3–1
Пісок	
великі частинки	1–0,5
середні частинки	0,5–0,25
дрібні частинки	0,25–0,05
Пил	
грубодисперсний	0,05–0,01
середній	0,01–0,005
дрібний	0,005–0,001
Мул	
глинистоподібний (грубий)	0,001–0,0005
тонкодисперсний	0,0005–0,0001
Колоїди (середньо-дисперсна фракція)	<0,0001

Важливе значення для забезпечення родючості ґрунтів має їх глинистість (вміст фізичної глини, для якої характерним є розмір частинок < 0,01 мм). Наявність глинистої фракції може виступати лімітуючим фактором якості ґрунту. Так, для лісової зони високим є вміст глини більш ніж 80 %, для степової – понад 85 %, а для полупустелі і пустелі – понад 65 %.

Слід зазначити, що окремі фракції по-різному впливають на властивості ґрунтів, оскільки включають різні мінералогічні та хімічні складові компоненти. Також зі зменшенням розмірів механічних елементів значно змінюються водопроникність, структура, пластичність, коагуляційна і сорбційна здатність ґрунту. Причому найбільш різкі зміни відбуваються на межі розмірів частинок ґрунтів менше 0,01 мм.

Такі особливості дозволили видатному вченому Н. М. Сибірцеву наприкінці ХХІ ст. розподілити усі механічні фракції ґрунтів на дві великі групи: «фізичний пісок» (сума частинок більше 0,01 мм) та «фізична глина» (сума частинок дрібніше 0,01 мм), для яких характерні властивості піску та глини. Ці поняття і зараз широко використовуються на практиці: у межах фракції «дрібнозем» (розмір частинок менше 1 мм) та «ґрунтовий скелет» (розмір частинок більше 1 мм).

За особливостями «ґрунтового скелету» ґрунти розподіляють на: слабоскелетні (до 10% скелетної фракції), середньоскелетні (10–30% скелетної фракції) та сильно скелетні (> 30%).

На даний час для досліджень широко застосовують сучасну класифікацію механічного складу ґрунтів Н. А. Качинського (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Класифікація ґрунтів за механічним складом

Назва ґрунту за механічним складом	Вміст, %					
	фізичної глини (< 0,01 мм), %			фізичного піску (> 0,01 мм), %		
	Типи ґрунтоутворення					
	підзолистий	степовий, а також червоно-, жовтозем	солончаки, сильно солонцюваті	підзолистий	степовий, а також червоно-, жовтозем	солончаки, сильно солонцюваті
Піщаний:						
рихло-піщаний	0–5	0–5	0–5	100–95	100–95	100–95
зв'язано-піщаний	5–10	5–10	5–10	95–90	95–90	95–90
<i>Супіщаний</i>	10–20	10–20	10–15	90–80	90–80	90–85
Суглинистий:						
легкосуглинистий	20–30	20–30	15–20	80–70	80–70	85–80
середньосуглинист.	30–40	30–45	20–30	70–60	70–55	80–70
важкосуглинист.	40–50	45–60	30–40	60–50	55–40	70–60
Глинистий:						
легкоглинистий	50–65	60–75	40–50	50–35	40–25	60–50
середньоглинист.	65–80	75–85	50–65	30–20	25–15	50–35
важкоглинистий	> 80	> 85	> 65	< 20	< 15	< 35

2.2. Методика дослідження механічного складу ґрунту

В лабораторних умовах для дослідження гранулометричного складу ґрунтів застосовують *метод ситового аналізу*, який передбачає розділення механічних елементів за фракціями.

Хід роботи. Об'єднану пробу ґрунту з досліджуваної ділянки масою 900–1200 г висушують до повітряно-сухого стану і розсипають на листі паперу у вигляді квадрату шаром 1–2 см. Потім ґрунтовий зразок за допомогою шпателя розділяють по діагоналі на чотири частини. Одну частину ґрунту повністю видаляють, зважують і пропускають через сита з отворами 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,06 мм.

Просіювання виконують поступово, малими порціями, окремо через кожне сито. Залишки агрегатних частинок кожної фракції на ситі переносять у попередньо зважену фарфорову чашку (або на відтарирований лист паперу) та зважують на терезах. За результатом отриманих даних розраховують відсотковий вміст кожної фракції відносно загальної маси досліджуваної проби ґрунту.

Завдання

1. Ознайомитись з особливостями класифікації механічних елементів ґрунту та положеннями методики щодо визначення гранулометричного складу ґрунту.
2. Визначити гранулометричний склад ґрунту «ситовим» методом згідно з методикою. Отримані дані занести у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати визначення гранулометричного складу досліджуваної проби ґрунту

Розмір механічних елементів ґрунту, мм	0,06	0,5	1	2	5	10
Сумарний вміст фракції, %						

3. Використовуючи дані табл. 2.3, побудувати диференційну криву залежності відсоткового вмісту фракцій від розмірів механічних елементів. Для цього на осі абсцис відкласти значення, що відповідають розмірам частинок фракції, а на осі ординат – значення відсоткового вмісту кожної фракції відповідно до досліджуваної проби ґрунту.

4. Зробити висновки щодо отриманої графічної залежності для досліджуваного типу ґрунтів.

Контрольні запитання

1. Що таке механічні елементи ґрунтів, їх класифікація?
2. Яким чином впливає гранулометричний склад на стан ґрунтів?
3. З якими процесами в ґрунтах пов'язані їх складові компоненти?
4. Яке екологічне значення має гранулометричний склад ґрунтів?
5. Назвіть, яка механічна фракція є ключовим фактором якості ґрунтів?
6. Охарактеризуйте особливості дослідження гранулометричного складу ґрунту методом «ситового» аналізу?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 ВИЗНАЧЕННЯ ГІГРОСКОПІЧНОЇ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ

Мета: ознайомитись з поняттям «вологість ґрунту» та різновидами зв'язку води з твердою фазою ґрунту; опанувати методику визначення гігроскопічної вологості ґрунту; визначити відсоток гігроскопічної вологи у досліджуваному зразку ґрунту.

Обладнання і матеріали: зразки ґрунту, дерев'яний або металевий шпатель, терези, бюкси з притертою кришкою, сушильна шафа (здатна забезпечувати температуру 100–150 °С), ексікатор.

3.1. Загальні теоретичні положення

Вода є унікальною поширеною речовиною та одним з незамінних факторів, що визначає фізико-механічні властивості ґрунту та впливає на життєдіяльність організмів. Для неї характерна найважливіша роль у міграції різних хімічних елементів під час вивітрювання гірських порід та в процесі ґрунтоутворення. Внаслідок того, що мінеральні, органічні та органо-мінеральні сполуки можуть перебувати у водорозчинному стані, вони здатні переноситися і потрапляти в різноманітні об'єкти та природні середовища, в тому числі ґрунти. Отже, разом із водою вищеназаний комплекс речовин бере участь у формуванні ґрунтового профілю.

Вологість ґрунту – це величина, яка дорівнює вмісту в ньому тієї чи іншої кількості води. Вологість ґрунту має велике екологічне значення, оскільки

сприяє забезпеченню ґрунтової родючості, запобігає виникненню ерозії, винесенню поживних елементів з поверхневих шарів ґрунту та ін. У воді знаходяться необхідні розчинені солі, які забезпечують живлення рослин та нормальне функціонування мікробіоценозу. Також ґрунтова волога зумовлює протікання цілого ряду життєво-важливих для рослин процесів: тургорний тиск, фільтрація, випаровування, розчинення біогенних речовин, завдяки яким відбувається кругова міграція хімічних елементів у ґрунті. Так, наприклад, для утворення 1 г сухої речовини рослини використовують від 200 до 1000 г води. Крім того, вологість для рослин виступає терморегулюючим фактором, тому що контролює витрати тепла з ґрунтів і рослинних культур внаслідок процесів випаровування та транспірації.

За показником відношення до води сухопутні рослини класифікуються на три екологічні групи: гігрофіти, ксерофіти й мезофіти. До групи *гігрофітів* відносять рослини, що живуть у повітряно-ґрунтовому середовищі, насиченому водяною парою (це папороті, хвощеподібні тощо) або безпосередньо в умовах води – *гідрофіти* (мох сфагнум, журавлина та ін.). Для *ксерофітів* характерна здатність переносити умови тривалої сухості повітря та ґрунтів. Основною морфологічною ознакою таких видів є вузька пластинка листа, опушеність, міцна кутикула та ін. До них відносяться рослини степів і пустель (полин, ковила, типчак тощо), які іноді називають *сукулентами*. Група *мезофітів* – це рослини, що займають проміжне положення між гігрофітами і ксерофітами. Вони зростають в умовах середньої вологості, мінерального живлення і повітряного режиму. Їх представниками є хвойні рослини, більшість трав луків.

Вода та розчинені в ній різні речовини складають рідинну фазу ґрунту або *ґрунтовий розчин*, з якого рослини через свою кореневу систему вбирають воду та поживні речовини, і який відіграє вирішальну роль в житті рослинного організму.

У залежності від ґрунтових умов вода по-різному зв'язана з твердою фазою ґрунту, що позначається на рухливості води в ґрунті та на її доступності для рослин. З фізичної точки зору вода у ґрунті може знаходитись у рідкому і газоподібному (при плюсових температурах) і твердому стані (при мінусових температурах). Рідка вода перебуває в складному фізичному взаємозв'язку з твердою та газоподібною фазами ґрунту. Переходячи з одного стану в інший, вода набуває нових властивостей.

Залежно від характеру зв'язку води з твердою фазою ґрунту (за О. А. Роде, 1965), її поділяють на п'ять форм або категорій:

1. *Тверда вода (лід)* утворюється при замерзанні вільної води. Лід є потенціальним джерелом рідкої та пароподібної води, в яку він переходить внаслідок танення і випаровування.

2. *Хімічно-зв'язана вода* входить до складу різних хімічних речовин ґрунту і поділяється на конституційну та кристалізаційну. Конституційна вода входить до складу молекул мінералів у формі гідроксильних груп OH^- . Ця вода не зберігає своєї молекулярної єдності, а є частиною мінералу і може бути вилучена з нього при температурі 165–175 °С і вище. Найпоширенішими сполуками в природі з такою водою є глинисті мінерали, наприклад, каолінит,

монтморилоніт, гідрати заліза, алюмінію, марганцю ($\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$), органічні та мінеральні сполуки. Кристалізаційна вода у молекулярній формі входить до складу кристалів-мінералів (наприклад, гіпс ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$), мірабіліт ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$), хлорид кальцію ($\text{CaCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$) та ін.), а виділити цю воду з мінералів можна при температурі 20–65 °С.

Хімічно-зв'язана вода за фізичним станом є різновидом твердої води. Вона нерухома, не є розчинником по відношенню до елементів живлення та солей, є недоступною для рослин.

3. *Пароподібна вода.* У ґрунтовому повітрі завжди є водяні пари, які у вигляді пароподібної суміші заповнюють пори, вільні від рідкої води. У більшості випадків ґрунтове повітря насичене парами води до 100 %, а вміст пароподібної води у ґрунті становить близько 0,001 %.

Пароподібна вода безперервно утворюється у ґрунті, рухаючись від горизонту до горизонту, перетворюючись в інші форми шляхом конденсації або сорбції. При від'ємних температурах відбувається конденсація і спостерігається намерзання води у вигляді льоду. При русі пароподібної води переміщення поживних речовин і солей не відбувається, але процес її утворення завжди супроводжується нагромадженням у тому горизонті, де відбувається випаровування речовин, які знаходились у розчині. Пароподібна вода у ґрунті рухається у поровому просторі від ділянок з високою пружністю (активний рух), а також разом з током повітря (пасивний рух). Для рослин ця форма води недоступна.

4. *Фізично зв'язана (адсорбована) вода.* Фізичне зв'язування води твердою фазою ґрунту відбувається внаслідок дії молекулярних сил. Фізична суть адсорбції полягає у наявності на поверхні розділу твердої і рідкої фаз некомпенсованих міжмолекулярних сил, які мають електричну природу. Оскільки вода має високу діалектичну сталу (76–80) і нейтральну реакцію, її молекули легко і міцно зв'язуються, сорбуються великою поверхнею ґрунтових пор та дисперсних часток, утворюючи плівки орієнтованих диполів води. Місткість фіксації сорбованих молекул води найбільша поблизу ґрунтових часток і поступово зменшується в міру віддалення від них. Відповідно зростає і рухомість води. Залежно від міцності утримання сорбційними силами, фізично зв'язану воду розподіляють на *міцно зв'язану і неміцно зв'язану*.

Міцно зв'язана (гігроскопічна) вода утворюється за рахунок поглинання молекул води з повітря. Вона міцно утримується навкруги ґрунтових часток дуже високим тиском, утворюючи найтонші плівки. Висока міцність утримання обумовлює повну нерухомість гігроскопічної води, вона не замерзає, не розчиняє електrolіти, відрізняється підвищеною в'язкістю і є недоступною для рослин. Неміцно зв'язана (плівкова) вода утворюється понад максимальну гігроскопічність внаслідок неповної компенсації поверхневої енергії ґрунтових часток. Вона утримується сорбційними силами тиском 1–10 атм. і утворює багатопарову плівку слабо орієнтованих молекул води. Стан вологості ґрунту, за якого кількість плівкової води досягає найбільшого значення, називають *максимальною молекулярною вологоємністю* (ММВ). Вміст у ґрунті цієї води у два-чотири рази перевищує максимальну гігроскопічність. Плівкова вода

перебуває у в'язко-рідкому стані. Вона може рухатися в різних напрямках, від ділянок більшої вологості до меншої, але швидкість руху надто мала. Плівкова вода слабо розчиняє та пересуває солі і дуже обмежена у доступі для рослин.

5. *Вільна* вода в ґрунті знаходиться у рідкому стані, не зв'язана сорбційними силами з ґрунтовими частками і рухається під дією капілярних і гравітаційних сил. У ґрунтах така вода знаходиться у капілярній і гравітаційній формах. До капілярної відносять воду, яка заповнює ґрунтові капіляри різної величини і форми і рухається під впливом меніскових сил у різних напрямках. За фізичним станом капілярна вода рідка, доступна рослинам, має високу рухомість, розчиняє і переміщує солі, колоїдні органічні та мінеральні частини, тонкі суспензії. Всі заходи, направлені на збереження води у ґрунті або поповнення її запасів, пов'язані зі створенням запасів саме капілярної води і зменшенням її витрачання на фізичне випаровування. Гравітаційна вода зустрічається у ґрунті у двох видах: вода, що просочується і підґрунтова. Вода, що просочується, це вільна гравітаційна вода, яка рухається крізь товщу ґрунту під впливом сил гравітації. Таке явище відбувається після рясних дощів, танення снігу або після поливу. Ця вода знаходиться у рідкому стані, доступна рослинам, рухається по грубих порах і тріщинах, має розчинну здатність, переміщує солі, колоїдні розчини, тонкі суспензії. Коли гравітаційна вода досягає водотривкого шару ґрунту, вона перетворюється на підґрунтову воду. В даному стані всі пори і проміжки в ґрунті заповнені водою (крім пор, що містять защемлене повітря). Підґрунтові води можуть бути застійними або стікаючими в напрямку по схилу водотривкового шару. Вони доступні рослинам, але якщо коріння довгий час перебуває в їх товщі, то рослини терплять від нестачі кисню та поживних речовин, частково або повністю відмирають.

Присутність значної кількості вільної гравітаційної води у ґрунті – небажане явище, що викликає тимчасове або постійне перезволоження ґрунту, створюючи в ньому анаеробні умови і сприяючи розвитку процесів оглеєння. Осушувальні меліорації направлені на зменшення запасів вільної гравітаційної води у ґрунтах.

3.2. Методика визначення гігроскопічної вологості ґрунту

Для визначення вологості ґрунту використовують прямі і непрямі методи. Найбільш поширеним, доступним і точним є ваговий метод, який базується на висушуванні ґрунтового зразка в стандартних умовах.

Здатність ґрунту вбирати з повітря (сорбувати) пароподібну воду називають *гігроскопічністю*, а ввібрану таким чином вологу – *гігроскопічною* (W_F).

Кількість водяної пари, що сорбується ґрунтом, знаходиться в тісній залежності від відносної вологості повітря, з яким стикається ґрунт (чим вона більше, тим більша кількість води сорбується ґрунтом), температури, дисперсності ґрунту, гранулометричного і мінералогічного складу ґрунту, кількості органічної речовини і розчинних солей, і тому є найважливішою характеристикою режиму його вологості.

Масова частка гігроскопічної вологи неоднакова в ґрунтах і постійно змінюється (значно підвищується у високогумусних, торфових і глинистих ґрунтах та зменшується в супіщаних і піщаних).

Найбільшу кількість води, яку може увібрати з повітря ґрунт, називають *максимальною гігроскопічністю* (МГ).

Хід роботи. Гігроскопічна вода, що вбирається ґрунтом, може видалятися з нього при температурі 100–105 °С. Для цього у попередньо висушеному і зваженому бюксі з притертою кришкою на аналітичних терезах (з точністю до 0,0002 г) зважують 1–2 г проби повітряно-сухого ґрунту. Потім бюкс з відкритою кришкою поміщають у сушильну шафу і висушують ґрунтову пробу в зазначених вище температурних умовах впродовж 5 годин. Після чого бюкс з наважкою виймають з шафи, закривають кришкою (бо абсолютно сухий ґрунт сильно вбирає вологу з повітря і знову стає повітряно-сухим) і ставлять в ексікатор на 20–30 хвилин для охолодження. Далі зважують бюкс з наважкою та пробу ґрунту окремо з тією ж точністю (тобто до 0,0002 г).

Масову частку гігроскопічної вологи $W_{Г}$ відносно маси повітряно-сухої ґрунтової проби визначають за наступною формулою:

$$W_{Г} = (m_1 - m_2) * 100 / g \quad (3.1)$$

де m_1 – маса бюкса з повітряно-сухим ґрунтом (до висушування), г; m_2 – маса бюкса з абсолютно сухим ґрунтом (після висушування), г; g – наважка повітряно-сухого ґрунту (різниця між масою бюкса з повітряно-сухим ґрунтом та масою порожнього бюкса), г.

Завдання

1. Ознайомитись з поняттям «вологість ґрунту», різновидами зв'язку води з твердою фазою ґрунту та методикою визначення гігроскопічної вологості ґрунту.

2. Визначити відсоток гігроскопічної вологи у досліджуваному зразку ґрунту згідно з методикою. Отримані дані занести у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати визначення гігроскопічної вологості ґрунтів

Показник, г	Значення	Масова частка гігроскопічної вологи $W_{Г}$, %
Маса бюкса з повітряно-сухим ґрунтом (до висушування), m_1		
Маса бюкса з абсолютно сухим ґрунтом (після висушування), m_2		
Маса наважки повітряно-сухого ґрунту, g		

Контрольні запитання

1. Що таке вологість ґрунтів?
2. Як впливає вологість на ґрунтоутворюючі процеси?
3. Яке екологічне значення має вологість ґрунтів?
4. Як класифікують рослини по відношенню до води?

5. Яким чином рослини пристосовуються до нестачі і надлишку води у ґрунті?
6. Назвіть, які існують категорії стану води у ґрунтах?
7. Поясніть поняття «гігроскопічність ґрунтів». На які властивості ґрунтів вона впливає?
8. Охарактеризуйте метод визначення гігроскопічної вологи у ґрунтах?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 ВИЗНАЧЕННЯ АКТУАЛЬНОЇ І ПОТЕНЦІЙНОЇ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТІВ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Мета: ознайомитись з поняттям «кислотність ґрунту», видами кислотності ґрунту; опанувати рН-метричний метод визначення кислотності ґрунту; визначити актуальну й обмінну кислотність досліджуваного зразку ґрунту.

Обладнання і матеріали: рН-метри, зразки повітряно-сухого ґрунту, сито з отворами діаметром 1 мм, технічні терези, конічні колби на 250 мл, скляна воронка, мірний циліндр на 100 мл, дистильована вода, фільтрувальний папір («біла» стрічка), 1,0 Н розчину КСl з рН 5,6-6,0 (рН доводять 0,1 моль розчину NaOH або HCl), 0,1 моль розчину NaOH, 0,1 моль розчину HCl.

4.1. Загальні теоретичні положення

Кислотність ґрунту характеризується наявністю в ньому органічних і мінеральних кислот, а також колоїдних речовин, які є джерелом іонів гідрогену та мають кислотні властивості.

Показник кислотності має велике значення для здійснення нормальної життєдіяльності рослин, їх росту та розвитку. Його величина впливає на асиміляцію катіонів важких металів та їх міграцію, на доступність засвоєння окремих поживних речовин рослинами обмінним ґрунтовим комплексом.

Надмірно високий (більше 9,0) та надмірно низький (менше 4,0) показники рН ґрунту завдають на коріння рослин токсичного впливу. В межах цих показників рН визначається поведінка окремих поживних сполук, а саме їх осадження чи перетворення у доступні чи недоступні для рослин форми.

Так, у дуже кислих ґрунтах (рН 4,0–5,5) такі елементи як залізо, алюміній та марганець переходять у легкодоступні для засвоєння рослинами форми; до того ж їх концентрація досягає токсичного рівня. При цьому надлишок цих металів порушує вуглеводний та білковий обмін рослин і утворення органів розмноження, що значно знижує врожай і може навіть спричинити загибель культурних посівів. До того ж, затрудняється надходження в рослини фосфору, калію, сірки, кальцію, магнію, молібдену. При високій кислотності ґрунту погіршуються його фільтраційна здатність, капілярність та проникність. Надмірна кислотність ґрунтів також пригнічує діяльність корисних мікроорганізмів, що беруть участь у розкладанні гною, торфу, компостів і інших форм органічних решток для вивільнення з них доступної для рослин форми поживних речовин. На коренях рослин, що зростають у дуже кислому

середовищі, погано розвиваються бульбочкові бактерії, через що засвоєння бобовими культурами азоту з повітря значно погіршується. За таких передумов не відбувається збагачення ґрунтів і не задовольняються потреби рослин, що необхідно враховувати при розробці стратегії удобрення.

Навпаки, в лужних ґрунтах (рН 7,5–8,5) залізо, марганець, фосфор, мідь, цинк, бор і більшість мікроелементів стають менш доступними для рослин через утворення нерозчинних гідроксидів. В результаті голодування за певних передумов культурні рослини можуть гинути навіть без вагомих помітних причин.

Оптимальним вважається рН=6,5 (слабко кисла реакція ґрунту), при якому більшість основних поживних речовин є доступними для рослин, тобто знаходяться в ґрунтовому розчині. Така реакція ґрунту сприятлива для розвитку корисних ґрунтових мікроорганізмів, що збагачують його азотом. Хоча окремі види рослин пристосувалися до існування в кислому або навпаки в лужному середовищі, однак більшість рослин добре розвиваються при нейтральній або слабко кислій реакції ґрунту (діапазон рН 6,0–7,0).

Кожна рослинна культура має свою область оптимального значення рН ґрунту, в умовах якого комфортно відбувається її життєдіяльність (табл. 4.1). Для більшості рослин ця область знаходиться в інтервалі показника рН від 5 до 8.

Таблиця 4.1 – Оптимальні значення рН ґрунту для основних сільськогосподарських культур

Рослина	Оптимальне знач. рН	Рослина	Оптимальне знач. рН
Жито озиме	5,5-7,5	Цукровий буряк	7,0-7,5
Овес	5,0-7,7	Картопля	5,0-5,5
Пшениця ярова	6,0-7,5	Люцерна	7,0-8,0
Пшениця озима	6,3-7,6	Конюшина	6,0-7,0
Ячмінь	6,8-7,5	Капуста	6,7-7,4
Кукурудза	6,0-7,0	Столовий буряк	6,8-7,5
Просо	5,5-7,5	Томати	6,3-6,7
Гречка	4,7-7,5	Редис	5,5 та вище
Горох	6,0-7,0	Морква	5,5-7,0
Соя	6,5-7,1	Огірок	6,0-7,9
Гірчиця	Близько 7,0	Салат	6,0-7,0
Льон	5,9-6,5	Соняшник	6,0-6,8

У зв'язку з цим з метою підвищення родючості ґрунти, що мають занадто кислі чи лужні реакції, потребують контролювання параметру кислотності ґрунтового розчину для застосування превентивних агротехнічних засобів (у разі підвищеної кислотності – вапнування, а при лужній реакції – внесення гіпсу).

Розрізняють такі види кислотності ґрунту: актуальна (активна) і потенційна (скрита) кислотність.

Актуальна кислотність (рН_{H2O}) обумовлена наявністю і концентрацією

іонів H^+ у ґрунтовому розчині (суспензії) при обробці ґрунту водою. Визначається з метою характеристики рідкої фази ґрунту як середовища існування кореневої системи сільськогосподарських культур.

Потенційна кислотність переважно зумовлена наявністю іонів H^+ і алюмінію (Al^{3+}) у ґрунтово-поглинаючому комплексі (ГПК), що знаходяться в обмінному стані та видаляються з ґрунту розчином нейтральної солі. Джерелом алюмінію є матричні алюмосилікати.

Потенційну кислотність поділяють на обмінну та гідролітичну.

Обмінна кислотність (pH_{KCl}) зумовлена рухливими іонами H^+ , які можуть бути видалені з ГПК катіонами нейтральних солей (однонормальні розчини солей NaCl, KCl з рН близько 6). Отримані результати аналізу сольової витяжки (pH_{KCl}) слугують для визначення потреби ґрунтів у вапнуванні та встановлення орієнтовних доз вапна. Даний метод застосовують при масових аналізах.

Гідролітичну кислотність визначають обробкою ґрунту розчинами солей, утворених сильними лугами і слабкими кислотами (наприклад, ацетатом натрію CH_3COONa) та вимірюванням величини рН на рН-метрі. За таких умов у розчин переходить більша кількість іонів водню, ніж при взаємодії ґрунту з нейтральною сіллю (KCl). Гідролітично-лужна сіль взаємодіє як з ГПК, так і з ґрунтовым розчином, тому гідролітична кислотність являє собою суму активної і потенційної кислотності. Даний показник використовують на практиці для розрахунку доз вапна на кислих ґрунтах.

4.2. Методики визначення актуальної та обмінної кислотності ґрунтів

На практиці, як правило, для визначення активної кислотності використовують два методи: колориметричний (за допомогою шкали Н. І. Алямовського) і потенціометричний (за допомогою лабораторного рН-метра).

Колориметричний метод базується на властивостях деяких органічних індикаторів змінювати свій колір залежно від концентрації гідроген-іонів у ґрунтових розчинах (зміни у розчині відбуваються внаслідок того, що молекули індикатора і аніони дисоційованої солі, видаленої з ґрунту, мають різний колір).

Потенціометричний метод визначення рН ґрунту полягає у вимірі електрорушійної сили, яка виникає при опусканні в ґрунтову суспензію (водну або сольову витяжку) двох різних електродів: вимірювального і електрода порівняння. В якості електрода порівняння частіше використовується хлорсрібний, а вимірювального – скляний (мембранний). Прилад для вимірювання рН називається *потенціометром* або *pH-метром*.

Хід роботи. Перед початком роботи слід налагодити рН-метр, використовуючи буферні розчини з рН=4,0; 6,86; 9,18. Під час виконання роботи періодично проводять контроль відповідності величини рН на шкалі приладу буферному розчину з рН=6,86. Перед тим, як переносити електроди з одного ґрунтового розчину в інший, їх обмивають дистильованою водою.

Визначення актуальної кислотності

На технічних терезах зважують з точністю до 0,1 г 30 г повітряно-сухого ґрунту, розтертого і просіяного крізь сито з отворами діаметром 1 мм. Наважку

вміщують у колбу місткістю 250–300 мл, доливають 75 мл дистильованої води, закривають пробкою і збовтують 1 год. на ротаторі. Часове збовтування можна замінити 3-хвилинним з наступним відстоюванням протягом доби і періодичним (5–6 разів) збовтуванням.

Суспензію фільтрують крізь сухий складчастий фільтр (діаметром 11–12,5 см) середньої щільності (біла стрічка). Вимірюють pH_{H_2O} потенціометричним методом.

Визначення обмінної кислотності

Готують ґрунтову суспензію за описом, наведеним для визначення актуальної кислотності, тільки замість дистильованої води приливають 75 мл 1,0 Н розчину КСl (pH 5,6–6,0). У фільтраті вимірюють $pH_{КСl}$ потенціометричним методом.

Залежно від числового значення pH , кислотність ґрунту характеризують за шкалою, наведеною в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Характеристика кислотності ґрунтів

Реакція ґрунтового середовища	Величина pH
Дуже кисле	3,5-4
Сильно кисле	5
Слабко кисле	6
Нейтральне	7
Слабко лужне	7,5-8
Сильно лужне	Більш ніж 8,5

Завдання

1. Ознайомитись з поняттям «кислотність ґрунту», видами кислотності ґрунту та методикою визначення актуальної й обмінної кислотності ґрунту.
2. Визначити актуальну й обмінну кислотність досліджуваного зразку ґрунту згідно з методикою.
3. Охарактеризувати кислотність ґрунту за шкалою, наведеною в табл. 4.2.
4. Надати рекомендації щодо видів рослинності (садової та сільськогосподарської), що може зростати на ґрунтах з визначеним типом кислотності.

Контрольні запитання

1. Поясніть поняття «кислотність ґрунту»?
2. Які види кислотності ґрунтів існують і чим відрізняються між собою?
3. Назвіть основні фактори підвищення кислотності ґрунтів.
4. Які організми є чутливими до зміни pH ґрунту?
5. Як можна оцінити кислотність ґрунтів за показником pH ?
6. Назвіть оптимальні значення pH для культурних рослин.
7. Які прийоми використовують для нормалізації показника pH ґрунту?
8. В чому полягає принцип колориметричного методу визначення кислотності ґрунтів?

9. В чому полягає принцип потенціометричного методу визначення кислотності ґрунтів?

10. Охарактеризуйте методики визначення актуальної і обмінної кислотності ґрунтів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 ВИВЧЕННЯ ЗАСОЛЕНОСТІ ҐРУНТІВ

Мета: ознайомитись з поняттям «засоленість ґрунту» та її впливом на властивості ґрунтів; опанувати методики визначення наявності солей у розчині ґрунтової витяжки; оцінити ступінь засоленості ґрунту за показником переважної кількості виявлених іонів.

Обладнання і матеріали: зразки повітряно-сухого ґрунту, піпетки, конічні колби, розчини солей барію хлориду (BaCl_2), срібла нітрату (AgNO_3), розчин індикатору фенолфталеїну, дистильована вода.

5.1. Загальні теоретичні положення

Засоленість ґрунтів – це процес утворення галогенних ґрунтів (від греч. *hals* – сіль). Причиною цього явища можуть стати природний фактор (наявність соленосних материнських чи генетичних порід, сильна випаровуваність вологи ґрунтом, близькість соленосних шарів тощо) та антропогенний фактор, пов'язаний з господарською діяльністю людини (неправильний меліоративний режим, зрошення ґрунтів промисловими стічними водами, як правило засоленими та ін.).

Засоленими називаються ґрунти, що містять водорозчинні солі в кількості, яка перешкоджає розвитку рослин. Засолені ґрунти переважно фіксуються в сухостепній і напівпустельній кліматичних зонах країни, що характеризуються достатньою кількістю тепла, світла та значним перевищенням випаровуваності над опадами.

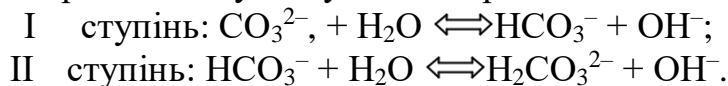
У нашій країні близько 40% зрошувальних земель у тій чи іншій мірі є засоленими. Всі засолені ґрунти розділяються на солончаковаті й солончаки, солонцюваті й солонці.

Вміст солей у ґрунті є динамічним. Відмічається їх сезонна міграція у кореневмісному шарі. Кількість солей зменшується в холодну пору та збільшується в літні місяці, коли посилюється їх винесення потоком води, яка піднімається до випаровуючої поверхні. Засолений ґрунт містить підвищену кількість розчинних солей, що збільшують його водоутримуючу здатність. Солі підвищують осмотичний тиск ґрунтового розчину, що послаблює надходження води в рослину, – виникає явище фізіологічної посухи. На засоленому ґрунті рослини пригнічені, затримуються в рості й розвитку, частина їх гине, урожайність різко знижується.

Шкідливий вплив на рослини починає позначатися при 0,1% водорозчинних солей від маси сухого ґрунту. Вміст солей 0,5–1% є граничним, при якому культурні рослини сильно гнітяться або не розвиваються зовсім.

Прості мінеральні солі, в тому числі і натрієві, зустрічаються в усіх видах

ґрунтів (галогенних і негалогенних). Однак, саме солі натрію знаходяться у дуже малих кількостях, що суттєво не впливає ні на якість ґрунтів, ні на стан рослин, вирощених на них. В ґрунтах найбільш токсичними прийнято вважати хлор-іони Cl^- , сульфат-іони SO_4^{2-} і карбонат-іони CO_3^{2-} , HCO_3^- . Токсичність солей хлоридів та сульфатів, утворених взаємодією сильних кислот і слабких лугів (наприклад, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, ZnSO_4), пояснюється тим, що їх гідроліз у ґрунтового середовищі призводить до вивільнення гідрат-іону H^+ , який сприяє підвищенню кислотності ґрунту. Карбонати в результаті гідролізу сприяють утворенню вільного гідроксил-іону та лужного середовища за такою схемою:



Сільськогосподарські культури характеризуються різною солестійкістю: *соленстійкі* – гинуть або різко знижують урожайність при вмісті солей 0,1–0,4% маси ґрунту (багато овочевих культур, картопля, горох, конюшина, зерняткові плоди, персик, абрикос, капуста, пшениця, картопля, огірки, морква та ін.); *середнесолестійкі* – знижують урожайність при вмісті солей 0,4–0,6% (овес, пшениця, ярий ячмінь, томати, баклажани, кукурудза, просо, плоди культури тощо); *солестійкі* – витримують засолення до 0,6–1,0% (цукрові й кормові буряки, соняшник, ріпак, озимий ячмінь, кавуни гарбуз, буряк, кострець безостий та ін.). Проте будь-яка класифікація культур за солестійкістю умовна і її треба уточнювати для конкретних умов.

У більшості сільськогосподарських культур солестійкість змінюється під час розвитку. Найбільш слабка вона у період проростання і початкового росту (це стосується, зокрема, люцерни). Наприклад, рис відзначається слабою солестійкістю в період появи сходів, в міру розвитку стійкість його до солей підвищується, а після виходу в трубку знову дещо знижується.

Для контролю за станом ґрунту і запобігання засолення важливе значення відіграють гідромеліоративні та агротехнічні заходи: правильний поверхневий обробіток ґрунту для поліпшення його фізичних властивостей, зменшення капілярного підняття вологи до поверхневих шарів, зниження ґрунтового випаровування вологи; поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту за допомогою культурних рослин; правильний вибір культур та їх чергування в сівозміні; опріснювальні поливи та ін.

5.2 Методики визначення наявності солей у розчині ґрунтової витяжки

Для визначення хімічного складу сольових утворень в польових умовах застосовують прості методи визначення групи солей. Експрес-методом виявляють солі сульфатної кислоти за допомогою розчину барію хлориду, а наявність хлоридів – розчином срібла нітрату.

Тип засоленості ґрунту визначають за співвідношенням в ньому аніонів і катіонів.

Хід роботи. Наважку ґрунту 20 г заливають 60 мл води, перемішують протягом 1 хвилини, відстоюють 18–20 хвилин, потім повторно перемішують і відстоюють.

1. *Визначення хлор-іону у розчині ґрунтової витяжки.* В пробірку за допомогою піпетки відбирають 10 мл витяжки ґрунту і додають 4 краплі розчину срібла нітрату. За появою білої каламуті (або білого осаду) і їх характером встановлюють наявність іонів хлору. Приблизна кількість хлорид-іонів оцінюється за шкалою, наведеною в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Визначення хлор-іону у розчині ґрунтової витяжки

Характер осаду або каламуті	Кількість хлор-іонів, мг/л
Опалесценція чи слабка каламуть	до 10
Сильна каламуть	від 10 до 50
Поступово падаючі пластівці	від 50 до 100
Рихлий осад	понад 100

2. *Визначення сульфат-іону у розчині ґрунтової витяжки.* В пробірку за допомогою піпетки відбирають 10 мл витяжки ґрунту і додають 4 краплі розчину барій хлориду. За характером утвореної білої каламуті (чи білого осаду) визначають кількість сульфат-іонів згідно шкали, наведеної в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Визначення сульфат-іону у розчині ґрунтової витяжки

Характер осаду або каламуті	Кількість сульфат-іонів, мг/л
Слабка каламуть, яка з'являється через 5 хв.	до 10
Слабка каламуть, яка з'являється через 5 с	від 10 до 100
Сильна каламуть (подібна молоку), потім осад	від 100 до 500
Осад, що швидко осаджується	понад 500

3. *Визначення карбонат-іону у розчині ґрунтової витяжки.* В конічну колбу відбирають 25 мл витяжки ґрунту і додають 2 краплі індикатору фенолфталеїну. У разі наявності карбонат-іону спостерігають у водному розчині витяжки появу малинового кольору.

Оцінку ступеню засоленості ґрунту надають за показником переважної кількості виявлених іонів відповідно до шкали, наведеної в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Оцінка ступеня засоленості ґрунту за показником переважної кількості виявлених іонів, %

Ступінь засоленості	Хлоридний та хлоридно-сульфатний	Сульфатний та сульфатно-хлоридний	Содовий та змішаний
Незасолені	понад 0,2	понад 0,3	понад 0,1
Слабко засолені	0,2–0,3	0,3–0,6	0,1–0,3
Середньої засоленості	0,3–0,6	0,6–1,0	0,3–0,5
Сильно засолені	0,5–1,0	1–2	0,5–0,7
Солончаки	понад 1	понад 2	понад 0,7

За наявністю аніонів тип засоленості може характеризуватися як содовий, хлоридний, сульфатний, або проявляти змішані властивості – содово-хлоридний, хлоридно-сульфатний, содово-сульфатний. Якщо кількість солей

перевищує ГДК, то проводять більш точний лабораторний аналіз.

Завдання

1. Ознайомитись з поняттям «засоленість ґрунту», її впливом на властивості ґрунтів та методиками визначення наявності солей у розчині ґрунтової витяжки.

2. Визначити наявність солей у розчині ґрунтової витяжки згідно з методикою.

3. Оцінити ступінь засоленості ґрунту за показником переважної кількості виявлених іонів (табл. 5.1).

4. Зробити рекомендації щодо сільськогосподарських культур, що можуть зростати на ґрунтах з визначеним ступенем засоленості.

Контрольні запитання

1. Чим характеризується «засоленість ґрунтів»?

2. Яку небезпеку має фактор засоленості ґрунтів для рослин та інших груп живих організмів?

3. Внаслідок яких причин виникає засоленість ґрунтів?

4. Наведіть класифікацію сільськогосподарських культур за солестійкістю.

5. Дайте характеристику методам, які застосовують для визначення ступеня засоленості ґрунтів.

6. Як оцінюється ступінь засоленості ґрунту?

7. Охарактеризуйте напрямки зниження ступеня засоленості ґрунтів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6 ВИВЧЕННЯ ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ҐРУНТАХ

Мета: ознайомитись з поняттям «ерозія ґрунтів» та особливостями її територіального розвитку; опанувати методику дослідження інтенсивності змиву певного типу ґрунту, що сформувався внаслідок водної ерозії; провести дослідження інтенсивності змиву ґрунту та оцінити його обсяг.

Обладнання і матеріали: територіальний ґрунт, мірна стрічка, лінійка.

6.1. Загальні теоретичні положення

Ерозія (лат. *erosio* – роз’їдання) ґрунту – це деструкційний процес, що відбувається в природних ґрунтах внаслідок механічних порушень їх структури водою та вітром. Руйнування ґрунтів супроводжується значним геохімічним кругообігом речовин та інтенсивною міграцією хімічних елементів. Від таких змін в першу чергу потерпає родючий гумусовий шар.

Розвиток ерозійних процесів негативно впливає на властивості ґрунтового покриву: зниження кількості біогенних речовин поживного комплексу; порушення механічних, фізико-хімічних властивостей ґрунту, балансу мікробіоценозу, транспортних процесів та інших елементів, які беруть участь у забезпеченні родючості ґрунтів.

За походженням ерозію поділяють на:

1. *Геологічна* (природна) – природний геологічний процес, який

відбувається поза впливом людини під дією вітру і води. Її швидкість приблизно дорівнює швидкості перебігу процесу ґрунтоутворення. А отже, відбувається дуже повільно, не завдає великої шкоди, не знижує родючості ґрунту, запобігти їй практично неможливо.

2. *Прискорена* (руйнівна) – антропогенно зумовлений процес руйнування ґрунту поверхневими водами або вітром. Є прямим результатом діяльності людей: неправильне ведення землеробства, лісового господарства, будівництва, промисловості, транспорту, прокладання доріг тощо, коли порушується цілісність поверхні ґрунту, її дерновий захист, виникають борозни, канали, яри. Проходить дуже швидко та зумовлює значні наслідки.

Водна ерозія – процес руйнування ґрунту водами поверхневого стоку (дошовими, талими) та іригаційними (зрошення та полив), який охоплює природні або штучні мікрорельєфні пониження (папіляри стоку) на схилах як постійні маршрути спадання водних потоків. Інтенсифікується водна ерозія внаслідок концентрації поверхневого стоку при перехваті (об'єднанні) водних потоків кількох папілярів штучними перешкодами на їх шляху у вигляді напашних валів, польових доріг та інших елементів господарської діяльності людини.

Водна ерозія за станом проникності буває: поверхнева (змивається верхній родючий горизонт ґрунту на значній території) та глибока (проявляється на крутих схилах, зумовлює утворення ярів).

За руйнівною дією води на ґрунти розрізняють наступні види водної ерозії:

1. Краплинна ерозія – краплинами дощу розбиваються агрегати ґрунту, утворюються дрібні часточки ґрунту, що замулюють пори (зниження водопроникності, посилення стоку та змивання).

2. Площинна (горизонтальна) – більш менш рівномірне змивання ґрунту по всій площині на схилі невеликими струменями талих чи дошових вод. Починається на схилах крутизною 1–2° і вважається незначною, якщо не перевищує 0,5 т/га; дуже сильною – понад 10 т/га.

3. Лінійна (вертикальна, яружна) – розмивання ґрунту та навіть підґрунтя сконцентрованою течією води. Призводить до повного знищення ґрунтів. Буває незначної інтенсивності (середньорічний приріст до 0,5 м) та надзвичайно високої інтенсивності (середньорічний приріст становить понад 5 м).

5. Іригаційна ерозія виникає і діє як різновид водної при грубих порушеннях поливних норм для зрошення с/г культур.

Окрім наведених видів водної ерозії розрізняють її різновиди (стадії): розбрискувальна; міжструмкова (площинна); струмкове розмивання (утворення рівчаків глибиною 2–10 (25) см); виникнення вимоїн (усуваються звичайною обробкою ґрунту); ефемерно-яружна (усувається спеціальними земельними роботами); яружна.

Перші три стадії ерозії (розбрискувальна, площинна, струмкове розмивання) становлять близько 75% середньорічної ерозії орних земель в Україні.

Процес водної ерозії зазвичай відбувається за три етапи:

1. Відокремлення часточок ґрунту в наслідку падіння дошових крапель з

швидкістю 10 м/с.

2. Перенесення часточок водними потоками.
3. Відкладання часточок ґрунту в іншому місці.

Швидкість, з якою відбувається ерозія, залежить від інтенсивності і тривалості дощу, довжини і крутизни схилу, протиерозійної стійкості ґрунту (зумовлена гранулометричним складом та фізико-хімічними властивостями ґрунту), присутності рослинності на поверхні ґрунту.

За природою вищезначених процесів змиву ґрунти класифікують як:

- *слабко змиті* (змито 25%);
- *середньо змиті* (до 75 %);
- *сильно змиті* (якщо змитим виявляється весь гумусовий горизонт).

Встановлено, наприклад, що для середньо змитих ґрунтів зменшення врожаю складає 40%, а для сильно змитих – понад 50%.

Захист ґрунтів від ерозії передбачає проведення профілактичних заходів запобігання її розвитку і конкретних заходів щодо ліквідації ерозії там, де вона вже розвинута:

1. *Організаційно-господарські*: протиерозійна організація території, а також спеціалізація господарства з відповідною структурою посівних площ, що встановлюється в залежності від ступеня еродованості ґрунтів для забезпечення їх захисту від подальшого руйнування і відновлення родючості.

2. *Меліоративні*: гідротехнічні роботи (гідроспоруди у вигляді розсіювачів стоку, водозатримуючі вали у верхів'ях балок і ярів, тераси з широкою основою та канали, донні споруди по руслу стоку), ґрунтозахисні лісонасадження (насадження поле- та віторозахисних лісосмуг упоперек схилів для затримання поверхневого стоку, лісочагарникові насадження на крутих схилах, на дні ярів і балок, водозахисні насадження по берегах водойм для їх захисту від замулювання і руйнування берегів, суцільне або плямисте залісення еродованих або ерозійно небезпечних земель (пісків, виходів гірських порід на поверхню, відвалів гірських виробок тощо), звичайні меліоративні заходи (зрошення, вапнування, гіпсування).

3. *Гідротехнічні*: встановлення спеціальних споруд для регулювання стоку, виположування понижень в ярах, створення водосховища.

4. *Агротехнічні*: застосування добрив (особливо органічних); безпліцевий обробіток ґрунту у сукупності з іншими заходами раціональної агротехніки (оранка впоперек схилу, оптимальні строки, норми і способи сівби); запровадження раціональних сівозмін при контурно-стрічковому способі організації території, безпліцеве луцення і культивація із залишенням стерні на поверхні поля; глибока оранка, обробіток ґрунту культиваторами, щільування ґрунтів на схилах, мінімальний обробіток ґрунту легкого механічного складу терасуванням крутих схилів; внесення меліорантів і добрив.

5. *Агрофізичні*: сприяють оструктуруенню розпилених безструктурних ґрунтів завдяки застосуванню полімерних структурантів (синтетичні полімери К-1, К6, К-4, ПАА та ін.)

6.2. Методика дослідження інтенсивності змиву ґрунту

Оцінку та облік порушень ґрунтів внаслідок ерозії можна здійснювати шляхом замірювання об'єму струменевих розмивів ґрунтів, тобто об'єму змитого ґрунту за період стоку талої води після випадіння однієї чи декількох дощових злив.

Прискорену ерозію оцінюють за наступною градацією (М. М. Заславський, 1983):

- слабкий змив – 0,5–1,0 т/га;
- середній змив – 1,0–5,0 т/га;
- сильний змив – 5–10 т/га;
- дуже сильний змив – >10 т/га.

Для оцінки інтенсивності ерозійних процесів отримані результати дослідження змиву певного типу ґрунту порівнюються з даними середньорічного гранично допустимого змиву (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Обсяг середньорічного гранично допустимого змиву залежно від типу ґрунтів, ступеня їх змитості і природи материнських порід, т/га

Типи ґрунтів	Незмиті та слабо змиті	Середньо змиті	Сильно змиті
Дерново-підзолисті, світло-сірі лісові	2	1,5	1
Сірі і темно-сірі, чорноземні і темно-каштанові	2	2	1,5
Каштанові, світло-каштанові, сіроземи	1,5	1,5	1

Хід роботи. На визначеній ділянці (місці ерозійних порушень) протягнути мірну стрічку посередині схилу перпендикулярно напрямку лінії стоку. Уздовж стрічки провести заміри ширини і глибини всіх утворених водних промоїн ґрунту та визначити величину їх сумарного перетину. Розрахувати величину сумарного об'єму змитого ґрунтового шару на досліджуваній ділянці. Оцінити інтенсивність ерозійних процесів та порівняти з даними середньорічного гранично допустимого змиву для заданого типу ґрунту.

Наприклад, на ділянці схилу довжиною 100 м та висотою 10 м (5 м вниз та 5 м вгору від положення стрічки) було зафіксовано та виміряно 55 розмивів, сумарний перетин яких склав 12750 см². Враховуючи, що перетин водних руйнувань ґрунту був характерним для схилу висотою 10 м, розраховуємо об'єм змитого ґрунтового шару – 12,7 м³. При середній щільності ґрунту 1,2 г/см³ загальна кількість змитого ґрунту складе 15,3 т. Оскільки загальна площа досліджуваної ділянки становить 0,1 га, то інтенсивність ерозійних процесів в перерахунку на 1 га буде дорівнювати 153 т/га – «дуже сильний змив».

Завдання

1. Ознайомитись з поняттям «ерозія ґрунтів», особливостями її територіального розвитку та методикою дослідження інтенсивності змиву певного типу ґрунту, що сформувався внаслідок водної ерозії.

2. На місцевості провести дослідження інтенсивності змиву ґрунту згідно з методикою та визначити відсоток території, порушеної внаслідок ерозії.

Результати розрахунків занести у табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Результати дослідження рівня ерозії ґрунту на досліджуваній ділянці схилу

Число промоїн на площі, шт.	Ширина промоїн, см	Глибина промоїн, см	Сумарний перетин промоїн, см ²	Обсяг змитого ґрунту, т/га	Територія, порушена ерозією, %

3. Надати оцінку інтенсивності ерозійних порушень ґрунту за його загальним обсягом.

4. Провести порівняльний аналіз отриманих даних з величиною гранично допустимого змиву для заданого типу ґрунту та зробити висновки.

5. Запропонувати заходи щодо захисту ґрунтів від водної ерозії для досліджуваної території ландшафту.

Контрольні запитання

1. Що таке ерозія ґрунтів?
2. Яку екологічну небезпеку становить фактор ерозії ґрунтів?
3. Як класифікують ерозійні процеси за походженням?
4. Назвіть класифікаційні ознаки водної ерозії ґрунту.
5. Як протікає процес водної ерозії ґрунту?
6. Охарактеризуйте методика визначення та оцінювання інтенсивності водної ерозії ґрунту.
7. Назвіть заходи щодо захисту ґрунтів від ерозії.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО БОНІТЕТУ ҐРУНТІВ

Мета: ознайомитись з поняттям «бонітет ґрунтів» та особливостями оцінки агроекологічного потенціалу ґрунтів; опанувати методика визначення екологічного бонітету ґрунтів з урахуванням техногенного фактору; оцінити стан ґрунтів агроландшафту за показником бонітету; провести картографування території Дніпропетровської області за показником екологічного бонітету ґрунтів.

Матеріали: статистичні дані хімічного аналізу ґрунтів Дніпропетровської області, калькулятор.

7.1. Загальні теоретичні положення

Ґрунти – багатофункціональні системи, що мають важливе екологічне значення. Вони виконують функцію середовища існування, акумулятора і джерела речовини та енергії для організмів, проміжного ланцюга між біологічним і геологічним кругообігами, захисного бар'єра й умови нормального функціонування біосфери в цілому тощо. Названі функції ґрунтів утворюють їх *екологічний потенціал*.

При цьому, агроекологічний потенціал, тобто здатність ґрунтів виконувати функцію сільськогосподарських угідь, створювати оптимальні умови для росту і розвитку сільськогосподарських рослин, а також підтримувати екологічну рівновагу в агроландшафтах і природному середовищі.

Бонітет ґрунтів (від лат. *bonitas* – доброякісність) – кількісна оцінка рівня родючості ґрунтів або інтегральна оцінка їх продуктивності.

Бонітет ґрунту є важливою складовою земельного кадастру, економічної та грошової оцінки ґрунтів. Вибір критеріїв, тобто ознак (чи їх набору), які можуть бути покладені в основу визначення цього показника, повинен задовольняти меті оцінювання якості ґрунтів.

Основними діагностичними критеріями при бонітуванні є морфогенетичні і найстабільніші властивості ґрунтів (гранулометричний склад, хімічні і фізичні ознаки), а також багаторічні дані врожайності основних культур.

Результати бонітування використовують для групування і картографування ґрунтів за їхньою продуктивністю, визначення придатності ґрунтів для вирощування польових культур, оцінки результатів господарської діяльності, а також при оподаткуванні доходів землевласників.

7.2. Методика визначення екологічного бонітету ґрунтів

При вивченні екологічних аспектів стану ґрунтів (особливо ґрунтів агроландшафтів) ключовим моментом є визначення впливу різних техногенних факторів на їх родючість, а також прогнозування можливості протікання процесів відтворення та забезпечення інтегральних функцій (резервності, довгостроковості і стійкості).

Хід роботи. Показник бонітету, здатний охарактеризувати ґрунтову родючість не лише з позицій концепції сталого розвитку території, а також з екологічної точки зору, можна розрахувати за наступною формулою:

$$B_e = \frac{B_z + B_{no}}{C_{D\ NPK} + ППЕН_{вм}}, \quad (7.1)$$

де B_e – екологічний бонітет ґрунтів; B_z – відносний бал вмісту гумусу у ґрунтах; B_{no} – відносний бал співвідношення поглинутих основ ($Ca^{2+}+Mg^{2+}/Na^+$); $C_{D\ NPK}$ – коефіцієнт дисбалансу з основних елементів живлення (N, P, K); $ППЕН_{вм}$ – інтегральний показник екологічного напруження ґрунтів з пріоритетних важких металів.

Обґрунтування введення вище перерахованих показників у формулу для визначення екологічного бонітету ґрунтів полягає в наступному.

Як специфічному природному утворенню ґрунтам притаманні особливі властивості, серед яких найважливіша – наявність гумусу. Вміст гумінових речовин є якісним і кількісним критерієм, діагностичною ознакою природного стану та родючості ґрунтів.

В рівній мірі це відноситься і до відношення поглинутих лужних катіонів ($Ca^{2+}+Mg^{2+}/Na^+$), які життєво необхідні ґрунтам, оскільки забезпечують нормальне протікання в них біогеохімічних процесів за рахунок нормалізації ґрунтової структури. Результатом цього є оптимізація співвідношення «волога :

повітря» в ґрунтах, що вважається необхідною умовою формування родючості. Крім того, співвідношення лужних катіонів у ґрунтово-поглинаючому комплексі є індикаторною характеристикою ступеня засолення ґрунтів.

Наступним, не менш важливим критерієм родючості, є вміст в ґрунтах у доступній формі таких речовин живлення, як азот, фосфор і калій, рівень яких вказує на інтенсивність процесів мінералізації органіки. Проте, суттєві не стільки їх абсолютні концентрації, скільки співвідношення цих інгредієнтів *in situ* та в нормі. Саме тому було використано таке поняття як «коефіцієнт дисбалансу основних елементів живлення», який було розміщено у знаменнику рівняння через те, що він характеризує ступінь відхилення співвідношення вказаних елементів від оптимуму для конкретного типу регіональних ґрунтів.

Специфічним є те, що рівняння відображає не просто параметр «родючість», а саме «екологічну родючість» ґрунтів. Урахувати всі хімічні фактори антропогенезу, що впливають на родючість ґрунтів, дуже складно. Тому в якості переважного фактору був обраний інтегральний показник екологічного напруження (ШЕН), розроблений проф. Долговою Т.І., який дозволяє оцінити рівень трансформації ґрунтів під дією антропогенних чинників – важких металів.

Проблема забруднення ґрунтів України (в тому числі і Дніпропетровської області) саме важкими металами стала найбільш актуальною у зв'язку з так званою «металізацією» біосфери, що супроводжується збільшенням впливу важких металів та їх сполук практично на всі етапи біогеохімічних циклів і порушенням стійкості екосистем. Крім того, важкі метали – це елементи, які практично не підлягають деструкції у ґрунтах, а лише змінюють форму свого існування, а тому їх ефекти в умовах постійного накопичення зростають і в якісному, і в кількісному відношенні.

Якщо показники, що увійшли в формулу (7.1), розглядати більш предметно, то вона набуває наступного вигляду:

$$B_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{\frac{X_i}{X_{opt}} + \frac{Y_i}{Y_{opt}}}{\left| \frac{C_i}{C_\phi} - 1 \right| + \left(\left| \frac{P_i}{P_\phi} - 1 \right| + \left| \frac{P_i}{P_k} - 1 \right| \right)} \right], \quad (7.2)$$

де B_e – екологічний бонітет ґрунтів, в балах; X_i – вміст гумусу в техногенних ґрунтах; X_{opt} – вміст гумусу, оптимальний для цього типу ґрунтів; Y_i – співвідношення поглинутих лужних катіонів ($Ca^{2+}+Mg^{2+}/Na^+$) в техногенних ґрунтах; Y_{opt} – співвідношення поглинутих лужних катіонів ($Ca^{2+}+Mg^{2+}/Na^+$), оптимальне для цього типу ґрунтів; C_i – вміст елементів живлення (N, P, K) в техногенних ґрунтах; C_ϕ – вміст елементів живлення (N, P, K) в ґрунтах регіонального фону; P_i – вміст пріоритетних важких металів в техногенних ґрунтах; P_ϕ – вміст пріоритетних важких металів в ґрунтах регіонального фону; P_k – вміст пріоритетних важких металів у контролі; n –

кількість досліджених проб ґрунтів.

Наведене рівняння (7.2) відноситься до типу так званих субстантивних тому, що побудовано з урахуванням внутрішніх розширених властивостей ґрунтів, а це тісно корелює з показником врожайності, яку екологічно якісні ґрунти здатні забезпечити. Однак, при об'єднанні різних величин з різноманітними кількісними значеннями і одиницями виміру в інтегральну характеристику необхідно оперувати безрозмірними величинами. Отже в цьому рівнянні були використані відношення фактичного рівня показників до їх оптимальних значень, а також порівняння використаних параметрів з їх нормативними значеннями.

Виділяють наступні категорії ґрунтів за рівнем їх екологічного бонітету (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 – Категорії ґрунтів за рівнем екологічної родючості

Категорія	Рівень зниження родючості ґрунтів	Бал бонітету
I	високий	0-10,99
II	середній	11-20,99
III	низький	21,00 та більше

Завдання

1. Ознайомитись з поняттям «бонітет ґрунтів», особливостями оцінки агроекологічного потенціалу ґрунтів та методикою визначення екологічного бонітету ґрунтів з урахуванням техногенного фактору.

2. Розрахувати екологічний бонітет для ґрунтів, розташованих у різних районах Дніпропетровської області, за даними табл. 7.2.

3. За результатами розрахунків значень екологічного бонітету віднести ґрунти кожного з районів Дніпропетровської області до певної категорії екологічної родючості.

4. Провести картографування території Дніпропетровської області за показником екологічного бонітету ґрунтів (карта Додатку Е).

5. Проаналізувати отримані результати та зробити висновки.

Таблиця 7.2 – Характеристика ґрунтів Дніпропетровської області*

Район	Б _г	Бп.о.	CD NPK	ШЕН
Апостоловський	120,79	186,24	11,84	10,16
Васильківський	84,31	32,15	2,39	4,67
Верхньодніпровський	147,34	71,56	2,35	8,94
Дніпропетровський	99,04	32,15	1,97	7,12
Криворізький	78,43	66,15	2,93	4,51
Криничанський	72,35	71,56	2,81	4,58
Магдалинівський	102,35	42,97	3,46	4,65
Межевський	93,14	85,01	3,71	8,82
Нікопольський	69,36	63,83	2,49	9,05
Новомосковський	95,10	218,39	2,33	11,56
Павлоградський	76,47	40,80	1,71	12,52

Петропавлівський	82,35	144,98	2,73	5,24
Покровський	90,00	69,86	2,65	5,17
П'ятихатський	92,35	87,17	2,36	5,12
Синельниківський	91,40	51,93	1,51	5,94
Солонянський	90,36	88,56	2,22	6,25
Софіївський	85,81	40,80	2,89	7,15
Томаківський	65,10	96,60	2,19	4,63
Царичанський	156,67	40,80	4,29	6,56
Широківський	75,81	97,06	4,40	5,07

Примітка: *всі показники є відносними величинами.

Контрольні запитання

1. Поясніть поняття «бонітет» та «екологічний бонітет» ґрунтів?
2. Яке значення має показник бонітету для збереження стійкості ландшафтів та продуктивності угідь?
3. На основі яких параметрів розраховується величина бонітету?
4. Яку роль відіграють показники, що формують формулу визначення екологічного бонітету ґрунтів?
5. Як використовуються результати бонітування ґрунтів?
6. Наведіть класифікацію ґрунтів за рівнем екологічного бонітету.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Робота оцінюється на **відмінно** (90–100), якщо студент виявив підвищений рівень засвоєння обсягу знань і набуття вмінь, якісно та в повному обсязі виконав завдання. До того ж було підтверджено залучення ним навчального матеріалу на рівні творчого використання; причому завдання виконано ретельно й самостійно, матеріал викладено в логічній послідовності, відсутність мовних помилок, а власні висновки студента відповідають темі лабораторного завдання.

Робота заслуговує на оцінку **добре** (74–89) в тому разі, коли студент показав оволодіння достатнім обсягом знань і вмінь під час виконання завдання; продемонстрував самостійність в отриманні розрахунково-аналітичних даних, точність і чіткість мови, при цьому в роботі не було зафіксовано помилок, а власні висновки студента відповідають темі лабораторного завдання.

Робота оцінюється на **задовільно** (60–73), коли в поданому студентом матеріалі виявлено змістові й лексичні помилки, зміст роботи викладено не завжди чітко й логічно, але студент виконав розрахунки та виявив знання й уміння в межах навчальної програми.

Робота заслуговує на оцінку **незадовільно** (0–59) з можливістю її повторного виконання, якщо поданий студентом матеріал не відповідає темі завдання, у ньому допущено принципові змістові й лексичні помилки, розрахунки не здійснено, тобто студент не виявив певних знань і вмінь.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ ISO 11464:2007 Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу.
2. Ґрунтознавство: Підручник / В. Г. Тихоненко, М. О. Горін, М. І. Лактіонов та ін., за ред. В.Г. Тихоненко. – К.: Вища освіта, 2005. – 703 с.
3. Охорона ґрунтів / Шикуча М.К., Гнатенко О.Ф., Петренко Л.Р., ін. – Київ: Т-во «Знання», КОО, 2004. – 398 с.
4. Назаренко І.І., Польчина С.М., Дмитрук Ю.М., та ін. Ґрунтознавство з основами геології: Підручник – Чернівці, Книги ХХІ, 2006. – 504 с.
5. Гнатенко О.Ф., Капштик М.В., Петренко Л.Р., Вітвицький С.В. Ґрунтознавство з основами геології. Навч. посіб. / К.: Оранта. – 2005. – 648 с.
6. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство: Підручник. - Чернівці: Книги-ХХІ, 2004. – 400 с.
7. Польчина С. М. Ґрунтознавство. Головні типи ґрунтів. Ч. 1, 2. – Чернівці: Рута, 2000, 2001.
8. Ґрунтознавство з основами геології: навчальний посібник / Гнатенко О. Ф., Капштик М. В., Петренко Л. Р., Вітвицький С. В. – К.: Оранта, 2005. – 648 с.
9. Назаренко І.І. Ґрунтознавство з основами геології: підручник / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – Чернівці: Книги-ХХІ, 2006. – 504 с.
10. Почвы Украины и повышение их плодородия. Продуктивность почв, пути ее повышения, мелиорация, защита почв от эрозии и управление плодородием / [под ред. Б. Н. Носко, В. В. Медведева и др.]. – К.: Урожай, 1988. – Т. 2. – 176 с.
11. Моніторинг земель (гриф МОН) / Гаркуша О.М., Горлачук В.В., ін. – Миколаїв: Видавництво «Гліон», 2008. – 190 с.
12. Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство: Підручник. Чернівці: Книги-ХХІ, 2004. – 400 с.
13. Ґрунтознавство. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи для студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» [Текст] / Т.І. Долгова, І.Г. Миронова; НТУ «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 24 с.
14. Світличний О.О., Чорний С.Г. Основи ерозієзнавства: Підручник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. – 266 с.
15. Булигін С.Ю. Оцінка і прогноз якості земель / Булигін С.Ю., Барвінський А.В., Ачасова А.О. – Харків: Харківський національний аграрний університет, 2006. – 262 с.
16. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навчальний посібник / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.І. Кисіль, В.А. Величко. – К.: Колообіг, 2005. – 304 с.
17. Ґрунтознавство з основами геології : навчальний посібник / О.Ф. Гнатенко, М. В.Капштик, Л. Р.Петренко та ін. – К.: Оранта, 2005. – 648 с.
18. Мойш Н. І. Ґрунтознавство: Курс лекцій. Ужгород: Гражда, 2011. – 368 с.
19. Оніпко В.В. Ґрунтознавство: теорія та практика / Оніпко В.В., Іщенко В.І. [Навчально-методичний посібник]. – Полтава, 2011. – 259 с.
20. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України. К.: Аграрна наука, 2005. – 300 с.

ПАСПОРТ АНАЛІЗУЄМОЇ ДІЛЯНКИ

1. Номер ділянки _____
2. Адреса ділянки та його прив'язка до джерела забруднення _____

3. Дата обстеження _____
4. Розмір ділянки _____
5. Назва ґрунтів _____
6. Рельєф _____
7. Рівень залягання ґрунтових вод _____
8. Рослинність території _____
9. Характеристика джерела забруднення (характер виробництва; сировина, що використовується; потужність виробництва; об'єм газопилових викидів, рідкі та тверді відходи; відстань від селітебної зони – жилих споруд, міст розташування водозабору та ін.)

10. Характер ділянки у рік обстеження (підприємство, сільськогосподарське угіддя, смуга відчуження дороги та ін.)

11. Інформація про використання ділянки у попередні роки (меліорація, застосування засобів хімізації, наявність звалищ, очисні споруди та ін.)

Виконавець,
посада

(підпис)

П.І.Б.

БЛАНК ОПИСУ ПРОБНОЇ ДІЛЯНКИ

« ____ » _____ 20__ р.
(місяць прописом)

1. Номер ділянки _____
2. Номер пробної ділянки _____
3. Адреса пробної ділянки _____
4. Рельєф _____
5. Назва ґрунтів з зазначенням механічного складу _____

6. Рослинність _____
7. Угіддя та їх культурний стан _____
8. Характерні особливості ґрунтів (заболоченість, засоленість, карбонатність та ін.) _____
9. Наявність ґрунтових вод _____
10. Характер господарського використання _____
11. Наявність включень антропогенного походження (каміння, резина, скло, будівельне та побутове сміття й ін.) _____

Виконавець,
посада

(підпис)

П.І.Б.

БЛАНК ОПИСУ ГРУНТІВ

« ____ » _____ 20__ р.
(місяць прописом)

1. Розріз № _____
2. Адреса _____
3. Загальний рельєф _____
4. Мікрорельєф _____
5. Стан розрізу відносно рельєфу та експозиція _____
6. Рослинність _____
7. Угіддя та його культурний стан _____
8. Ознаки заболоченості, засоленості та інші характерні особливості _____
9. Глибина та характер закипання від соляної кислоти:
слабко _____
бурно _____
10. Рівень ґрунтових вод _____
11. Материнські та підстилаючі породи _____
12. Назва ґрунтів _____

Схема розрізу ґрунтів	Горизонт та потужність, см	Описання розрізу: механічний склад, вологість, колір, структура, щільність, складення, новоутворення, включення, характер закипання, характер переходу горизонту та інші особливості	Глибина відбору зразків, см

Виконавець,
посада

(підпис)

П.І.Б.

ТАЛОН ДЛЯ СУПРОВОДЖЕННЯ

1. Дата та час відбору проби _____
 2. Адреса _____
 3. Номер ділянки _____
 4. Номер пробної площадки _____
 5. Номер об'єднаної проби, горизонт (шар), глибина відбору проби _____

 6. Характер метеорологічних умов в день відбору проби _____

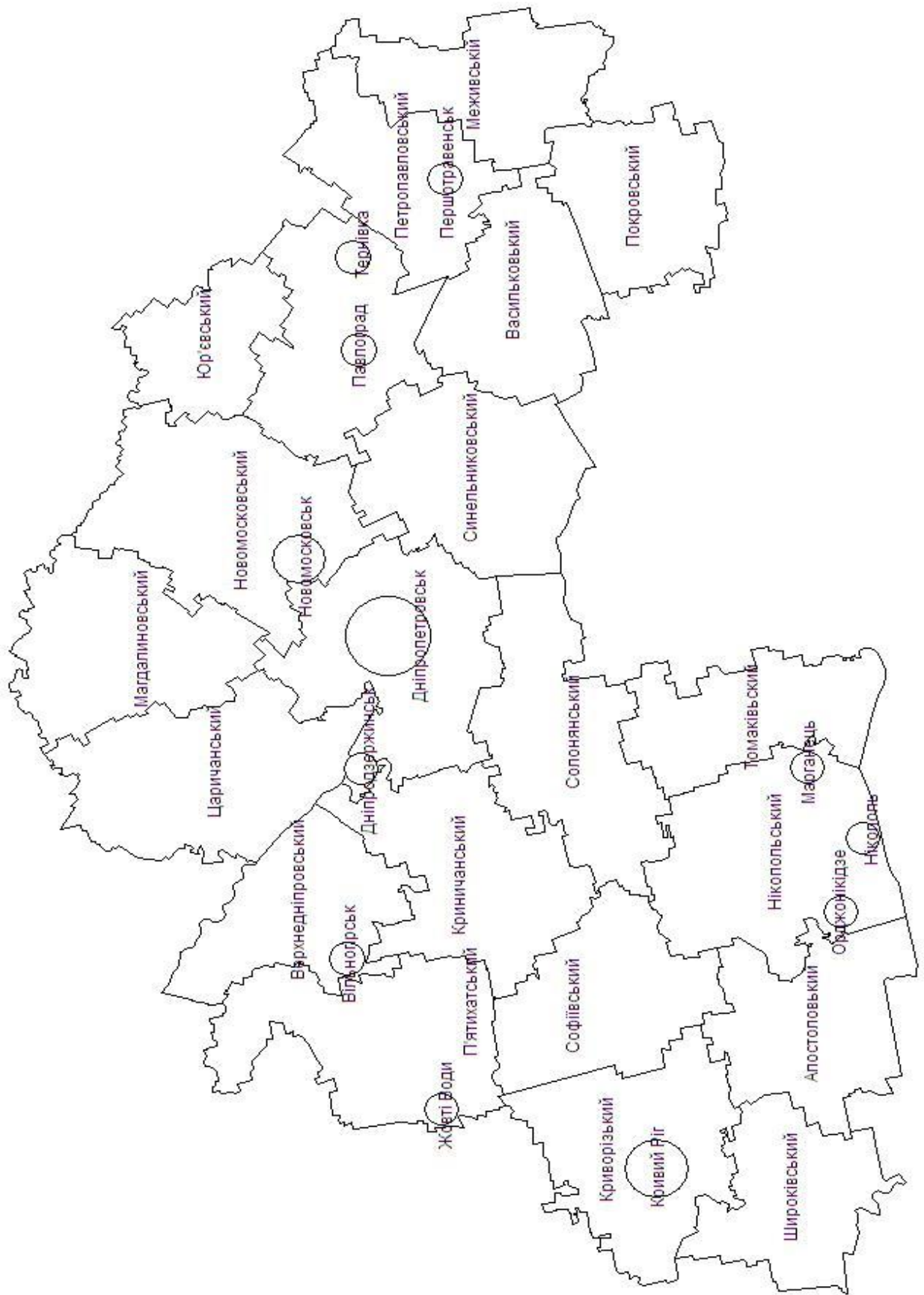
 7. Особливості, що встановлені під час відбору проби (освітлення сонцем, застосування засобів хімізації, вид обробки ґрунтів сільськогосподарськими машинами, наявність звалищ, очисних споруд та ін.) _____

- Інші особливості _____

Виконавець,
посада

(підпис)

П.І.Б.



ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	3
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1. ВІДБІР ПРОБ ҐРУНТІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ..	6
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. ВИВЧЕННЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТІВ	10
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3. ВИЗНАЧЕННЯ ГІГРОСКОПІЧНОЇ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ	13
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4. ВИЗНАЧЕННЯ АКТУАЛЬНОЇ І ПОТЕНЦІЙНОЇ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТІВ ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ	18
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5. ВИВЧЕННЯ ЗАСОЛЕНОСТІ ҐРУНТІВ	22
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6. ВИВЧЕННЯ ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ҐРУНТАХ	25
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО БОНІТЕТУ ҐРУНТІВ	29
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	34
Додаток А	35
Додаток Б.....	36
Додаток В	37
Додаток Д	38
Додаток Е.....	39

МИРОНОВА Інна Геннадіївна
КЛІМКІНА Ірина Іванівна
ГРУНТОВА Валентина Юріївна
ЮРЧЕНКО Аннета Анатоліївна

ГРУНТОЗНАВСТВО

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

для студентів освітньо-професійних програм «Біологія», «Екологія» та
«Технології захисту навколишнього середовища»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Друкується в редакційній обробці авторів

Підписано до друку 11.03.2020 р. Формат 30 x 42/4.
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 2,3.
Обл.-вид. арк. 2,3. Тираж 10 прим. Зам. №248

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19