

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



ГІРНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра екології

ОСНОВИ ҐРУНТОЗНАВСТВА ТА ЛАНДШАФТОЗНАВСТВА

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами
напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землестрій»

Дніпропетровськ
НГУ
2015

Основи ґрунтознавства та ландшафтознавства. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій» / С.М. Лисицька, І.Г. Миронова, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова, В.Ю. Ґрунтова; – Д.: Національний гірничий університет, 2015. – 36 с.

Автори:

С.М. Лисицька, канд. с.-г. наук, доц.;

І.Г. Миронова, канд. техн. наук;

А.В. Павличенко, канд. біол. наук, доц.;

Т.В. Скворцова, канд. біол. наук, доц.;

В.Ю. Ґрунтова, асистент.

Затверджено методичною комісією з напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (протокол № 4 від 23.01.2015) за поданням кафедри екології (протокол № 6 від 29.12.2014).

Подано методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи ґрунтознавства та ландшафтознавства» для студентів напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій».

Відповідальний за випуск завідувач кафедри екології, докт. біол. наук, проф. Горова А.І.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні рекомендації призначені для закріплення теоретичних знань, набутих студентами в лекційному курсі, а також для формування практичних навичок з вивчення особливостей ґрунтоутворюючих процесів, шляхів формування ландшафтів та їх складових компонентів, а також визначення ролі антропогенних факторів у деградації ландшафтів.

Методичні рекомендації включають 8 лабораторних робіт, тексти яких викладено за типовою структурною схемою – тема, мета роботи, подання теоретичних положень за темою, контрольні завдання та запитання.

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

В результаті виконання лабораторних робіт студенти повинні набути практичні навички з:

- ❖ відбору та підготовки проб ґрунтів для хімічного, санітарно-бактеріологічного, радіометричного та інших видів аналізу;
- ❖ визначення ролі кліматичних факторів у формуванні ландшафтів;
- ❖ визначення гранулометричного складу ґрунтів;
- ❖ визначення вологості та гідролітичної кислотності ґрунтів;
- ❖ дослідження засоленості та ступеня ерозії ґрунтів;
- ❖ оцінки екологічного стану ґрунтів;
- ❖ розрахунку бонітету ґрунтів залежно від ступеня техногенної трансформації ландшафтів.

Структура звіту й загальні вимоги до його оформлення:

- ❖ тема роботи;
- ❖ мета лабораторної роботи;
- ❖ методика досліджень (вихідні дані, параметри умов, в яких проводиться дослід, схеми приладів);
- ❖ протокол досліджень (результати спостережень, таблиці);
- ❖ обробка результатів (розрахунки, аналітичні дані);
- ❖ висновки.

Техніка безпеки при виконання лабораторних робіт:

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

2. Виконання дослідів проводити тільки в чистому, сухому лабораторному посуді.

3. При використанні в роботі хімічних реактивів (луг, кислот або солей) їх відбір необхідно проводити за допомогою спеціальних засобів (піпеток, шпатель, мензурок тощо).

4. Роботу із застосуванням електроприладів (фотоколориметр, рН-метр, аналітичні терези тощо) необхідно виконувати під наглядом викладача.

Лабораторна робота № 1

КЛІМАТИЧНІ ФАКТОРИ ГРУНТОУТВОРЕННЯ

Мета: ознайомитись з особливостями клімату ландшафтів; побудувати кліматограми, які характеризують кліматичні умови території; провести порівняльний аналіз досліджуваних кліматичних зон.

Матеріали: карти кліматичних зон, таблиці метеорологічних показників.

1.1. Загальні теоретичні положення

Ґрунти, як особливе природне тіло, є одним із основних компонентів природних ландшафтів, і формуються в результаті тісної взаємодії таких чинників, як: клімат, рослинність, ґрунтоутворюючі породи, рельєф місцевості тощо.

Фактор клімату відіграє значну роль в процесі ґрунтоутворення завдяки наступним функціям:

- певне поєднання і співвідношення температурних умов та вологості, що обумовлює види рослинності, темпи синтезу і руйнування органічних речовин, склад та активність ґрунтової мікрофлори й фауни;

- значно впливає на водно-повітряний, температурний та окисно-відновний режими ґрунтів;

- має тісний зв'язок з процесами перетворення мінеральних речовин в ґрунті (вивітрювання, вилуговування, акумуляція продуктів ґрунтоутворення тощо);

- значно впливає на умови формування повітряної та водної ерозії.

Термін *клімат* (греч. *klimatos* – нахил) та його прояви з давнього часу пов'язувалися із нахилом сонячних променів до земної поверхні.

Наукове поняття *клімату* – це середній багаторічний стан атмосфери географічної території, що характеризується рядом метеорологічних показників (температура, кількість опадів, вологість повітря, атмосферний тиск, світло та ін.) та їх критеріями, які інформують про амплітуду коливань протягом діб, сезонів й років.

Наука, яка вивчає умови формування клімату і кліматичного режиму в різних районах та територіальних зонах, називається *кліматологією*.

Для ґрунтоутворюючих процесів найважливішими є показники, що характеризують температурні умови та рівень зволоження.

Основою для виділення термічних груп кліматів є суми середньодобових температур вище 10 °С за вегетаційний період.

За температурними параметрами виділяють п'ять термічних груп кліматів:

- холодні (полярні);
- холодні помірні (бореальні);
- тепло-помірні (суббореальні);
- теплі (субтропічні);
- жаркі (тропічні).

Клімати названих термічних груп існують у вигляді широтних поясів планети і характеризуються певними типами рослинності та ґрунтів, що варіюють у широких межах, залежно від рівня вологості.

З ґрунтово-біокліматичними поясами пов'язані параметри швидкості хімічних і біохімічних процесів, біопродуктивності, теплового режиму ґрунтів.

За умовами зволоження, які формуються внаслідок опадів, виділяють шість основних груп кліматів (табл. 1). Критерієм такої класифікації є коефіцієнт зволоження – відношення кількості опадів до випаровування, який вперше був встановлений вченим-дослідником Г.Н. Висоцьким.

Таблиця 1 – Класифікація клімату за коефіцієнтом зволоження

Група кліматів	Коефіцієнт зволоження
Дуже вологі (екстрагумідні)	більше 1,33
Вологі (гумідні)	1,33-1
Напіввологі (семігумідні)	1-0,55
Напівсухі (семіаридні)	0,55-0,33
Сухі (аридні)	0,33-0,12
Дуже сухі (екстрааридні)	менше 0,12

Велике значення має градація клімату за фактором суворості зими, який виражається в його континентальності (потужності снігового покриву, глибини промерзання ґрунтів).

Для проведення дослідження особливостей *клімату* певного району (ландшафту) визначають не тільки його основні кліматоутворюючі показники, а й результати їх взаємодії.

Відомо, що внаслідок нестабільності та різких коливань на формування клімату впливають температурний режим та кількість опадів. Саме ці два метеорологічні елементи використовують для загальної характеристики клімату.

Наприклад, для території України з помірно-континентальним кліматом протягом року характерним є значне регіональне коливання кількості опадів та їх розподілу. Найбільші амплітуди їх обсягів спостерігаються для південних районів (за місяць може випасти 30-50 % річних опадів, але в наступному році у цей же місяць опадів зовсім не буде). Восени бувають періоди (2-3 місяці), коли опадів зовсім немає.

В межах України виділено чотири кліматичних регіони (Північний, Південний, Середземноморський та Гірський), кожен з яких значно відрізняється показниками температури та періодичності опадів.

Північна кліматична область збігається із зонами Полісся й Лісостепу та знаходиться під впливом вологих циклонів. Середні температури найхолоднішого місяця (січня) варіюють від -6,5 до -8°C, найтеплішого (липня) від +15,5 до +20,5°C, а кількість опадів змінюється від 480 до 690 мм.

Північна кліматична зона характеризується найбільшим рівнем інсоляції, значною посушливістю і знаходиться під впливом антициклонів. Абсолютні висоти її території незначні (10-150 м), середні температури найхолоднішого

місяця (січня) варіюють від -2 до -7°C , найтеплішого (липня) від $+21,5$ до $+30^{\circ}\text{C}$, а кількість опадів змінюється від 370 до 465 мм.

Середземноморська кліматична область займає невелику територію Південного берегу Криму, яка з півночі захищена від впливу холодних повітряних мас горами. Клімат такого типу характеризується середньою зимовою температурою $+1^{\circ}\text{C}$, а влітку протягом 3-4 місяців понад $+20^{\circ}\text{C}$.

Гірська кліматична область включає Українські Карпати та Кримські гори, а характерною її особливістю є наявність вертикальної поясності. Це виявляється у змінах температури і ландшафтів залежно від висоти гір. В гірничих умовах випадає багато річних опадів (745-1450 мм). Середньорічна температура є невисокою, а саме в Карпатах – $+4,5^{\circ}\text{C}$, а в Криму – $+6^{\circ}\text{C}$. Зими в Карпатах багатосніжні, сніговий покрив лежить з жовтня до травня.

Регулярне чергування впливу західного (вологого атлантичного) і східного (сухого континентального) повітря в умовах переважно рівнинної території України викликає часті зміни циклонічної й антициклонічної діяльності. Влітку це впливає на заміну теплих повітряних мас більш вологими та помірно-теплыми атлантичними, а взимку – теплих атлантичних мас холодними, що надходять з півночі і Сибіру.

Внаслідок дії вищезначених кліматичних факторів на території України виділяють чотири агрокліматичні зони, які поступово змінюють одна одну. Так, у північно-західній частині розміщується тепла зона із достатньою вологістю. На південний схід від неї простягається тепла зона із середньою вологістю. Далі у південно-східному напрямку знаходиться дуже тепла посушлива зона, а уся південна частина країни розміщена в помірно-жаркій посушливій зоні.

Для характеристики середніх річних змін клімату будь-якого району (ландшафту) і прогнозування можливого їх впливу на ґрунтоутворні процеси на практиці використовують інформацію у вигляді графічних діаграм, які називають *кліматограми* (рис. 1).

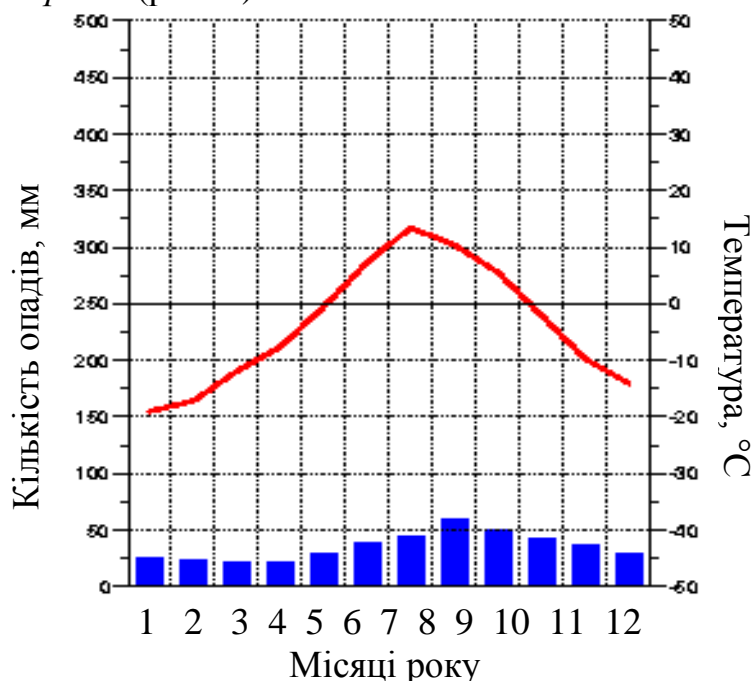


Рис. 1. Кліматограма загальної характеристики клімату певного ландшафту

Для їх створення необхідно мати інформацію про величини показників двох метеорологічних елементів, що зазнають найбільших коливань за рік – середньомісячна температура повітря та сума опадів.

Контрольне завдання

1. Побудувати кліматограми для заданих міст України, використовуючи дані таблиці.

Місяць	Кількість опадів, мм			Температура, °С		
	Київ	Дніпропетровськ	Львів	Київ	Дніпропетровськ	Львів
січень	38	45	38	-7	-1	-6
лютий	37	36	38	-6	0	-5
березень	36	34	38	-2	6	-2
квітень	49	38	56	5	14	3
травень	53	46	80	11	23	8
червень	75	59	92	14	26	11
липень	85	56	98	15	30	13
серпень	56	37	72	15	29	12
вересень	58	36	66	10	22	9
жовтень	37	32	54	5	16	4
листопад	51	42	45	0	5	0
грудень	46	52	52	-4	0	-4

2. Зробити опис та аналіз кліматичної зони, типу клімату та ґрунтів досліджуваного міста.

Контрольні запитання

1. Як клімат впливає на формування ландшафтів?
2. На які типи класифікують клімат за коефіцієнтом зволоження?
3. Назвати групи клімату за термічним фактором.
4. Яку роль має фактор клімату в процесі ґрунтоутворення?
5. Дати характеристику метеорологічним елементам клімату?
6. Що таке кліматограми?
7. На базі яких показників будуються кліматограми?
8. Чому інформацію кліматограм пов'язують із ґрунтоутворними процесами?

Лабораторна робота №2

ВІДБІР ПРОБ ҐРУНТІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЇХ ЗАБРУДНЕННЯ

Мета: провести обстеження техногенної ділянки, навчитись відбирати зразки дослідних ґрунтів для проведення аналізу рівня, причин їх забруднення та підбору захисних заходів.

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

2.1. Загальні положення

Аналіз ґрунтів природних та техногенних територій має цілий ряд особливостей. Залежно від факторів, що впливають на їх зміни і формування, прийняті такі підходи до проведення дослідження:

- 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 та 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 наносяться пункти розміщення джерел забруднення, визначення пробних ділянок та місця відбору точкових проб.

В ході досліджень пробні площі закладають на ділянках з однаковим ґрунтовим та рослинним покривом, а також з урахуванням господарського використання основних ґрунтів. Опис дослідної ділянки і стану її ґрунтів роблять у спеціальному паспорті, відповідно зразку (додаток 1), а розширену характеристику ґрунтів дають за вимогами додатка 2.

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 10x10 м.

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

При цьому розмір пробної ділянки для санітарного контролю ґрунтів на території розміщення дитячих садків, ігрових майданчиків та інших, що

займають невелику площину, повинен бути не більше 5x5 м.

Метод відбору та підготовки земельних проб до аналізу є стандартним і рекомендується для проведення досліджень природних та екологічно порушених ґрунтів будь-якого походження: хімічного, фізичного чи мікробіологічного.

Цей метод використовується для контролю загального та локального забруднення ґрунтів в районах техногенного впливу (промислових, сільськогосподарських, господарсько-побутових або транспортних джерел забруднення), а також для оцінки якісного стану ґрунтів, окремо їх родючого шару.

Даний метод не використовується для контролю забруднення, що є наслідком неорганізованих аварійних ситуацій (викидів, проривів очисних споруд тощо).

2.2. Методика дослідження

Відбір проб ґрунту. Проби для визначення рівня забруднення техногенних ґрунтів на дослідній ділянці відбирають з одного чи декількох шарів або горизонтів методом конверта. Для геохімічних досліджень проби, як правило, відбирають з акумулятивного шару ґрунтів. З цією метою з їх поверхні знімають підстилку, а потім відбирають проби з шару товщиною 20 см по діагоналі 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 ножем, шпателем або ґрунтовим буром. Об'єднану усереднену пробу отримують шляхом змішування точкових проб, відібраних з однієї пробної ділянки.

Усереднену об'єднану пробу складають не менше, як з 5 точкових проб однієї дослідної 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 ножем з полістиролу або пластмасовим шпателем. Проби 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 флакони або склянки з притертими пробками, заповнивши їх повністю.

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

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.

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 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 кожну з них обов'язково повинен бути заповнений супроводжувальний талон (додаток 3).

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

Підготовка проб до аналізу. Оскільки ґрунт навіть на сусідніх ділянках має різну структуру й 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 висипають на піддон рівним шаром, видаляють сторонні домішки (коріння рослин, комах, каміння, скло, вугілля, кістки тварин) та описують структуру ґрунту (розсипчастий, грудкуватий, кам'янистий тощо) та його склад (наявність і кількість сторонніх включень, переважаючий тип).

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 й швидко аналізують.

Ті проби ґрунтів, що призначені для бактеріологічного аналізу, пакують у сумки-холодильники, одразу передають у лабораторію на аналіз або зберігають в холодильниках при температурі від 4 до 5°C не більше 24 годин.

Для аналізу на кишкові палички та 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°C.

При необхідності зберігання проб ґрунтів більше місяця застосовують консервуючі засоби (для цього 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.

В лабораторних умовах усереднену пробу ґрунту розсипають на папері або кальці, та розминають товкачиком великі грудки. Потім відбирають сторонні включення: коріння рослин, комах, каміння, скло, вугілля, кістки тварин, а також новоутворення (включення) – друзи гіпсу, вапняні включення тощо. Після цього проби ґрунту знову розтирають у ступці товкачиком та пропускають через сито з діаметром отворів 1 мм. Отриманий таким чином ґрунт називають «дрібнозем» (частинки менше, ніж 1 мм). Відібрані новоутворення аналізують окремо, попередньо подрібнивши їх у ступці.

Далі отриману пробу ґрунту висипають на аркуш паперу (або кальку) і розрівнюють шаром в 1-2 см, потім надають форму прямокутника (рис. 2).

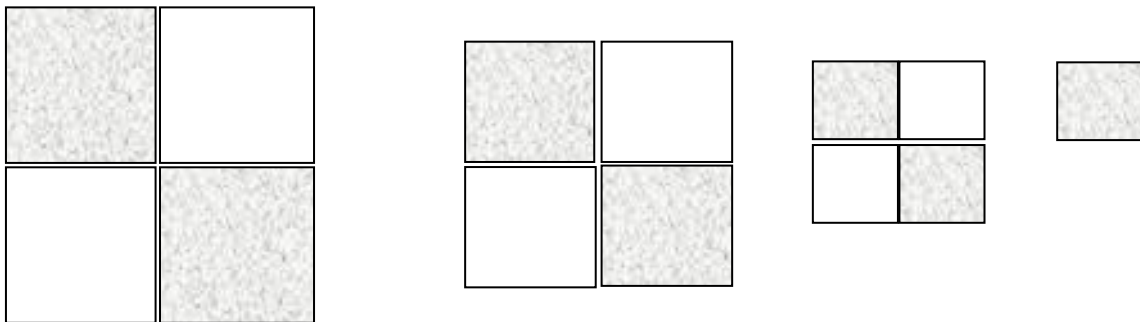


Рис. 2. Підготовка проби ґрунту методом квартування

Далі ділять шар ґрунту на чотири рівні частини, два з яких відкидають, а ті, що залишились, з'єднують, перемішують і знову зменшують пробу методом квартування до 300-500 г. 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 (так званий «ґрунтовий скелет»).

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 із агату, яшми або плавленого корунду).

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

Контрольне завдання

1. Провести дослідження екологічного стану аналізуємої ділянки, відібрати згідно вимог методики проби ґрунту і підготувати їх до аналізу.

2. Занести дані досліджень в бланк паспорту та зробити опис стану ґрунтів дослідної ділянки (див. зразки додатків 1-3).

3. Визначити зміни, що мають місце в пробних зразках ґрунтів під впливом природних або техногенних факторів (особливості кольору проб ґрунту, розмір ґрунтових агрегатів, підвищена щільність або пилоподібність, природа та характер включень, підвищена вологість тощо), запропонувати раціональні

агротехнічні засоби, які будуть сприяти зниженню шкідливої дії. Приклади таких рішень наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Характеристика ґрунтових факторів і відповідних засобів, що сприяють нормалізації їх впливу

Ґрунтовий фактор	Засоби екологічного відновлення ґрунтів
Значний нахил поверхні	Терасування, перемежування культур, смуго-контурна обробка
Висока глинистість	Структурування піском, глибоке рихлення
Висока щільність	Рихлення, структурування, травосіяння
Недостатність води (сухість ґрунту)	Зрошення, агротехнічні прийоми захисту від випаровування та накопичення води
Заболоченість внаслідок надлишку вологи	Дренаж осушувальний
Дефіцит аерації	Дренаж, структурування з утворенням щілин
Недостатність тепла	Теплові меліорації, мульчування поверхні, снігонакопичення
Підвищена кислотність	Вапнування

Контрольні запитання

1. Яка періодичність відбору проб ґрунту для проведення хімічного аналізу на вміст важких металів?
2. Чим відрізняється характер відбору проб ґрунту при забрудненні поверхневими токсикантами, леткими чи мігруючими речовинами?
3. Які особливості відбору проб ґрунту для бактеріологічного аналізу?
4. Що таке об'єднана усереднена проба ґрунту і як вона формується?
5. Дайте характеристику методу квартування проби ґрунту.
6. Які фракції проб ґрунту називають «ґрунтовий скелет» та «дрібнозем»?
7. Якою документацією супроводжуються відбір та підготовка проб ґрунту для аналізу?
8. За допомогою яких засобів можна покращити стан порушених ґрунтів?

Лабораторна робота № 3

ВИВЧЕННЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТІВ

Мета: ознайомитись з положеннями методики та визначити особливості класифікації механічних елементів, їх ролі у процесах ґрунтоутворення та вмісту у ґрунтах.

Обладнання і матеріали: набір сит, технічні терези, сушильна шафа, ексікатор, зразки ґрунту, дерев'яний або металевий шпатель, скляна паличка, фарфорові чи металеві чашечки.

3.1. Загальні теоретичні положення

Властивості ґрунтів значно залежать від розмірів й співвідношення складових частинок або *механічних елементів*. За природою їх розподіляють на мінеральні, органічні та органо-мінеральні частинки (це первинні чи вторинні залишки гірничих порід, окремі мінерали, гумусові речовини та продукти їх взаємодії). *Механічні елементи* знаходяться в ґрунті 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 живої істоти фізико-механічних, повітряних, водно-фізичних, теплових, окисно-відновних, поглинальних та обмінних процесів. Це пояснюється тим, що вони пов'язані з міграцією, перебігом та накопиченням органічних і мінеральних речовин, сприяють формуванню ґрунтового профілю.

За класифікацією Н.О. Качинського (1965) у твердих фазах ґрунтів виділяється 8 основних фракцій, наведених в табл. 3. Слід зазначити, що окремі фракції по-різному впливають на властивості ґрунтів тому, що включають різні мінералогічні та хімічні складові компоненти. Також зі зниженням розмірів механічних елементів значно змінюються їх властивості (водопроникність, структуроутворююча, пластичність, коагуляційна й сорбційна здатність). Причому найбільш різкі зміни відбуваються на межі розмірів частинок ґрунтів нижче 0,01 мм. Такі особливості дозволили видатному російському вченому Н.М. Симбірцеву наприкінці ХХІ ст. ввести розподіл всіх механічних фракцій на дві великі групи: «фізичний пісок» (сума частинок більше, ніж 0,01 мм) та «фізична глина» (сума частинок дрібніше 0,01 мм), для яких характерні властивості піску і глини. Ці поняття і зараз широко використовуються на практиці у межах фракції «дрібнозем» (розмір частинок менше, ніж 1 мм). Інші фракції розглядаються як «ґрунтовий скелет», в якому розміри частинок ґрунту складають більше 1 мм, за характером якого ґрунти розподіляють на: слабоскелетні (до 10 % скелетної фракції), середньоскелетні (10-30 % скелетної фракції) та сильно скелетні (>30 %). Чим вище скелетність ґрунтів, тим гірші їх

властивості.

Таблиця 3 – Характеристика механічних фракцій у ґрунтах

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

На даний час для досліджень широко застосовують сучасну класифікацію механічного складу ґрунтів Н.О. Качинського (табл. 4).

Таблиця 4 – Класифікація ґрунтів за механічним складом

Назва ґрунтів за механічним складом	Вміст, %					
	фізичної глини (< 0,01 мм), %			фізичного піску (> 0,01 мм), %		
	Типи ґрунтоутворення					
	підзолистий	степовий, а також червоно-, жовтоземи	солончаки, сильно солонцюваті	підзолистий	степовий, а також червоно-, жовтоземи	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
Супіщаний	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
середньосуглинистий	30–40	30–45	20–30	70–60	70–55	80–70
важкосуглинистий	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
середньоглинистий	65–80	75–85	50–65	30–20	25–15	50–35
важкоглинистий	> 80	> 85	> 65	< 20	< 15	< 35

Сума частинок, дрібніших, ніж 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 привабливою визнається дрібнозерниста піщана фракція (розмір частинок 0,25-0,05 мм), яка включає алюмосилікати (переважно кварц й польові шпати) і володіє певною капілярністю й вологоємністю.

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 %.

В лабораторних умовах для дослідження гранулометричного складу ґрунтів застосовують *метод ситового аналізу*, принципом якого є фракціонування за розміром механічних елементів.

3.2. Методика дослідження

Хід роботи. Пробу ґрунту з досліджуваної ділянки масою від 0,5 до 2,5 кг висушують до повітряно-сухого стану і розсипають на листі паперу у вигляді квадрату. Потім ґрунтовий зразок за допомогою скляної палички розділяють по діагоналі на чотири частини. Одну частину повністю видаляють, зважують і пропускають через сита з отворами 10, 7, 5, 3, 2, 1 мм.

Просівання усіх частин відібраної проби ґрунту приблизною вагою у 100 г 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 технічних терезах. За результатом отриманих даних розраховують відсотковий вміст кожної фракції відносно маси взятої проби ґрунту.

Контрольне завдання

1. Отримані результати дослідів занести в табл. 5.

Таблиця 5 – Результати визначення гранулометричного складу досліджуваних ґрунтів

Гранулометричний склад ґрунту	Розміри частинок фракцій, мм								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	> 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,05	0,05-0,001	<0,001
Сумарний вміст фракції, %									

2. Використовуючи дані табл. 5, побудувати *диференціальну графічну криву* залежності вмісту фракцій від розмірів механічних елементів, що входять до складу ґрунту. Для цього на осі абсцис відкласти номери фракцій за

розмірами частинок, а на осі ординат – значення відсоткового вмісту кожної фракції.

3. Використати дані табл. 3 для побудови *інтегральної кривої* – графічної залежності вмісту фракцій від розмірів механічних елементів, що входять до складу ґрунту. Для цього побудувати графік: на осі абсцис відкласти інтегральні номери фракцій (I, I + II, I + II + III, і так далі), а на осі ординат – значення відсоткового вмісту спочатку самої крупної фракції, а потім суму її вмісту з кожною наступною й попередніми.

4. Зробити письмовий порівняльний аналіз отриманих графічних залежностей для досліджуваного типу ґрунтів.

Контрольні запитання

1. Що таке механічні елементи ґрунтів і 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 в ґрунтах є ключовим фактором якості?
6. Який фактор має значення для забезпечення родючості ґрунтів?
7. Які методи аналізу механічних властивостей ґрунтів використовуються на практиці?

Лабораторна робота № 4

ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ

Мета: опанувати методику визначення вологості ґрунтів.

Обладнання і матеріали: зразки ґрунту, дерев'яний або металевий шпатель, аналітичні терези, бюкси з притертою кришкою, сушильна шафа, здатна забезпечувати температуру 100-150°C.

4.1. Загальні теоретичні положення

Вода є унікальною поширеною речовиною та одним з незамінних факторів, що визначає і 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 вищеназваний комплекс речовин бере участь у формуванні ґрунтового профілю.

Показник *вологість ґрунту* – це величина, яка дорівнює вмісту в ньому тієї чи іншої кількості води.

Наявність *вологості* в ґрунті має велике екологічне значення тому, що

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 як терморегулюючий фактор тому, що контролює витрати тепла з ґрунтів та рослинних культур внаслідок процесів випаровування та транспірації. З вологістю ґрунтів тісно пов'язані їх фізико-механічні властивості.

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 і ґрунтів (основною морфологічною ознакою таких видів є вузька пластинка листа, опушеність, міцна кутикула та ін.). До них відносяться рослини степів та пустель (полин, ковила, типчак тощо), які іноді називають *сукулентами*. Група *мезофітів* – це рослини, що займають проміжне положення між *гігрофітами* і *ксерофітами* й зростають в умовах середньої вологості, мінерального живлення та повітряного режиму (їх представниками є хвойні рослини, більшість трав луків).

Вологість ґрунтів прийнято поділяти на ряд категорій, форм та видів. Категорії вологості пов'язані із основними властивостями води, її здатністю кристалізуватися, твердіти, перебувати у пароподібному стані, бути міцнозв'язаною, тобто капілярною, або вільнозв'язаною – міжкапілярною.

Властивість ґрунту сорбувати пароподібну вологу називають **гігроскопічністю**, а ту вологу, яка при цьому поглинається, – **гігроскопічною**. Величина **гігроскопічності ґрунтів** залежить від їх механічного складу та рівня гумусності, і тому є найважливішою характеристикою режиму їх вологості.

Гігроскопічна вода, що вбирається ґрунтом, видалається з нього при температурі 100-105°C. Цей принцип є основою даного методу.

Контрольне завдання

У попередньо висушеному і зваженому бюксі з притертою кришкою на аналітичних терезах (із точністю до 0,0002 г) зважують 1-2 г проби повітряно-сухого ґрунту. Потім бюкс з відкритою кришкою поміщають у сушильну шафу і проводять сушіння ґрунтової проби в температурних умовах не вище 100-105°C впродовж 5 годин. Після чого бюкс з наважкою виймають з шафи, закривають кришкою і ставлять в ексикатор 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* відносно маси повітряно-сухої ґрунтової проби визначають за такою формулою:

$$\omega = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{g}, \quad (1)$$

де ω – гігроскопічна вологість ґрунтів, %;

m_1 і m_2 – маса бюкса з ґрунтом до і після висушування відповідно, г;

g – маса проби після висушування, г.

Для відтворюваності результатів у дослідженні кожен студент аналізує мінімум 2 проби ґрунту, потім розраховує усереднену величину гігроскопічної вологості ґрунтів. Отримані розрахункові дані заносять в табл. 6

Таблиця 6 – Результати дослідження гігроскопічної вологості ґрунтів

Маса, г	Числові значення
Бюкса (m_1)	
Бюкса з пробєю ґрунту (m_2)	
Проби ґрунту ($g = m_1 - m_2$)	
Усереднена гігроскопічна вологість ґрунтів, %	

Контрольні запитання

1. Що таке вологість ґрунтів?
2. Як впливає вологість на процеси міграції хімічних елементів у ґрунтах?
3. Яке екологічне значення має вологість ґрунтів?
4. Назвіть, які існують категорії стану води у ґрунтах?
5. Поясніть поняття «гігроскопічність ґрунтів» та на які властивості ґрунтів вона впливає?
6. Яким чином рослини пристосовуються до нестачі і надлишку води у ґрунті?
7. Як класифікують рослини по відношенню до води?
8. Назвіть технічні способи підвищення вологості ґрунтів.

Лабораторна робота № 5

ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОЛІТИЧНОЇ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТІВ

Мета: ознайомитись з особливостями рН-метричного методу визначення кислотності ґрунту.

Обладнання і матеріали: зразки повітряно-сухого ґрунту, сито з отворами діаметром 1 мм, технічні терези, конічні колби на 250 мл, скляна воронка, мірна колба на 1000 мл, піпетки Мора на 1 та 50 мл (2 шт.), лабораторний рН-метр, дистильована вода, фільтрувальний папір («синя» стрічка), 0,1 молярний

розчин ацетату натрію (136 г CH_3COONa на 1 л дистильованої води) з $\text{pH}=8,3-8,4$ (pH доводять 10 % розчином NaOH та 10 % розчином CH_3COOH), 10% розчин NaOH , 10% розчин CH_3COOH , 0,1 моль розчину NaOH , стандартний розчин індикатору фенолфталеїну.

5.1. 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 і розвитку. Його величина впливає на асиміляцію катіонів важких металів та їх міграцію, на доступність засвоєння окремих поживних речовин рослинами обмінним ґрунтовим комплексом.

Так, якщо у довкіллі спостерігається екологічне порушення за рахунок випадання кислотних дощів, яке призводить до зниження кислотності ґрунтового розчину, то це, в свою чергу, створює несприятливі умови розвитку рослин. Пояснюється цей процес збільшенням рухливості іонів металів, які знаходяться у ґрунті в формі малорозчинних солей слабких кислот. При цьому зростає можливість накопичення рослинами важких металів з подальшим отруєнням травоядних організмів, а потім хижих тварин і людини внаслідок акумуляції у ланцюгах живлення.

Розрізняють такі види **кислотності ґрунту**: актуальну (активну) і потенційну (скриту).

Актуальна кислотність визначається наявністю вільних іонів H^+ у ґрунтовому розчині (кисла реакція) і позначають її як показник pH або іонів OH (лужна реакція).

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

Потенційну кислотність поділяють на обмінну і гідролітичну.

Обмінна кислотність зумовлена рухливими іонами H^+ , які можуть бути видалені з ґрунтово-поглинаючого комплексу катіонами нейтральних солей (однорозчинні розчини солей NaCl , KCl з pH близько 6). Визначається обмінна кислотність величиною pH сольового витягу (pH KCl).

Гідролітичну кислотність визначають обробкою ґрунту розчинами солей, утворених сильними лугами і слабкими кислотами (наприклад, ацетатом натрію CH_3COONa) та вимірюванням величини pH на pH -метрі.

Під час дії солі CH_3COONa на поглинаючий комплекс відбувається активне витіснення іонів H^+ із комплексу та нейтралізація активної кислотності ґрунту.

Залежно від числового значення pH , кислотність ґрунту можна характеризувати за шкалою, наведеною в табл. 7.

Таблиця 7 – Характеристика кислотності ґрунтів

Реакція середовища ґрунту	Величина рН
Дуже кисле	3,5-4
Сильно кисле	5
Слабко кисле	6
Нейтральне	7
Слабко лужне	7,5-8
Сильно лужне	більш ніж 8,5

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

В 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).

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 полягає в обробці зразка ґрунту 0,1 молярним розчином ацетату натрію у співвідношенні ґрунт : розчин = 1 : 2,5 з наступним рН-метричним визначенням кислотності одержаної суспензії.

Контрольне завдання

Перед початком роботи слід налагодити рН-метр, використовуючи буферні розчини з рН=4,01; 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.

Наважку 30 г ґрунту заливають 75 мл розчину CH_3COONa (рН=8,3-8,4), перемішують протягом 1 хвилини, відстоюють 18-20 хвилин, потім повторно перемішують і відстоюють.

Гідролітичну кислотність ґрунту (в ммоль-екв/100 г ґрунту) розраховують шляхом помноження значення рН на величини коефіцієнтів, представлені в табл. 8.

Таблиця 8 – Коефіцієнти перерахунку величини рН ацетатного витягу в одиниці гідролітичної кислотності

рН (цілі числа і десяти частки)	рН (соті частки)									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	Гідролітична кислотність, ммоль-екв/100 г									
6,0	17,3	16,9	16,6	16,2	15,8	15,5	15,2	14,9	14,5	14,2
6,1	13,8	13,6	13,3	13,1	12,5	12,2	12,0	12,0	11,7	11,5
6,2	11,2	11,0	10,8	10,5	10,3	10,1	9,84	9,64	9,44	9,23
6,3	9,04	8,83	8,65	8,45	8,25	8,11	7,92	7,76	7,59	7,41
6,4	7,28	7,11	6,97	6,81	6,69	6,53	6,38	6,26	6,11	5,98
6,5	5,85	5,73	5,61	5,48	5,37	5,25	5,14	5,03	4,92	4,82
6,6	4,71	4,61	4,52	4,42	4,32	4,23	4,14	4,05	3,96	3,82
6,7	3,79	3,71	3,63	3,56	3,48	3,40	3,33	3,26	3,19	3,13
6,8	3,05	2,99	2,92	2,86	2,80	2,74	2,68	2,62	2,57	2,52
6,9	2,46	2,41	2,35	2,32	2,25	2,21	2,16	2,11	2,07	2,02
7,0	1,98	1,94	1,90	1,86	1,82	1,78	1,76	1,74	1,70	1,63
7,1	1,60	1,56	1,53	1,50	1,46	1,43	1,40	1,37	1,34	1,31
7,2	1,28	1,26	1,23	1,20	1,18	1,15	1,13	1,10	1,08	1,06
7,3	1,03	1,01	0,99	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85
7,4	0,83	0,81	0,80	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72	0,70	0,68
7,5	0,67	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60	0,59	0,58	0,56	0,55
7,6	0,54	0,53	0,52	0,51	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44
7,7	0,43	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36
7,8	0,35	0,34	0,33	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,29	0,29
7,9	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23
8,0	<0,23									

Контрольні запитання

1. Поясніть поняття «кислотність ґрунту»?
2. Які види кислотності ґрунтів існують і чим відрізняються між собою?
3. Назвіть основні причини підвищення кислотності ґрунтів.
4. Які організми є чутливими до зміни рН ґрунту?
5. Як можна характеризувати кислотність ґрунтів за показником рН?
6. Назвіть оптимальні значення рН для культурних рослин.
7. В чому полягає принцип застосування рН-метричного методу для визначення гідролітичної кислотності ґрунтів?
8. В яких одиницях вимірювання виражають гідролітичну кислотність ґрунту?
9. Які прийоми використовують для нормалізації показника рН ґрунту?

Лабораторна робота №6

ВИВЧЕННЯ ЗАСОЛЕНОСТІ ҐРУНТІВ

Мета: ознайомитись з положеннями методики і провести якісне визначення солей у ґрунтах.

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.

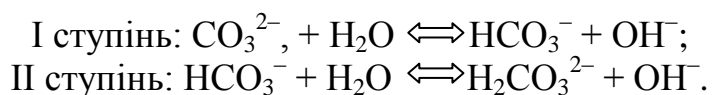
6.1. Загальні теоретичні положення

Засоленість ґрунтів – це процес утворення галогенних ґрунтів (від греч. *hals* – сіль). Причиною цього явища може стати природний фактор засолення (наявність соленосних материнських чи генетичних порід), а також антропогенний фактор, пов'язаний із господарською діяльністю людини (використання неправильного меліоративного режиму, зрошення ґрунтів промислово-стоковими водами, як правило засоленими тощо).

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.

Засоленими визнаються ґрунти, у яких вміст солей перевищує 0,2 %. В таких 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:



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.

Контрольне завдання

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. 9.

Таблиця 9 – 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. 10.

Таблиця 10 – 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.

4. Висновки. Дають оцінку ступеню засоленості ґрунту за показником переважної кількості виявлених іонів згідно шкали, наведеної в табл. 11.

Таблиця 11 – Оцінка ступеня засоленості ґрунту

Ступінь засоленості	Кількість солей за типом 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

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

Контрольні запитання

1. Чим характеризується засоленість ґрунтів?
2. Яку небезпечність має фактор засоленості ґрунтів для рослин та інших груп живих організмів?
3. Внаслідок яких причин виникає засоленість ґрунтів?
4. Які ґрунти визнають засоленими?
5. Назвіть ступені засоленості ґрунтів.
6. Дайте характеристику методам, які застосовують для визначення ступеня засоленості ґрунтів.
7. Охарактеризуйте способи зниження ступеню засоленості ґрунтів.

Лабораторна робота № 7

ВИВЧЕННЯ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ

Мета: ознайомитись з положеннями методики і провести аналіз змиву ґрунту, що сформувався внаслідок ерозії.

Обладнання і матеріали: зразки ґрунту, мірна стрічка, лінійка.

7.1. Загальні теоретичні положення

Ерозія ґрунтів – це деструкційний процес, що відбувається в природних ґрунтах внаслідок механічних порушень їх структури. Руйнування ґрунтів супроводжується значним геохімічним кругообігом речовин та інтенсивною міграцією хімічних елементів. Поглиблення такого процесу негативно впливає на властивості ґрунтового покриву: зниження кількості біогенних речовин поживного комплексу, порушення механічних, фізико-хімічних властивостей, балансу мікробіоценозу, транспортних процесів та інших елементів, які беруть участь у забезпеченні родючості ґрунтів.

Фактори, що призводять до ерозії ґрунтів, розділяють на *природні* (обумовлені механічними обвалами, руйнуванням схилів тощо) та *антропогенні* (пов'язані з господарюванням людини). До категорії антропогенних відносять такі: обробка ґрунтів продовж схилів, випас тварин на крутих укосах, неправильний режим зрошення земель та ін. Саме вони викликають процес сильного змиву ґрунтів. Руйнуванню, в першу чергу, піддається родючий гумусовий шар.

За природою вищезначених процесів змиву ґрунтів їх класифікують на: *слабко змиті* (змито 25 %), *середньозмиті* (до 75 %) та *сильнозмиті* (якщо

змитим виявляється весь гумусовий горизонт). Встановлено, наприклад, що для середньозмитих ґрунтів зменшення врожаю складає 40 %, а для сильно змитих – понад 50 %.

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.

Після спостереження названих явищ поперек схилу – перпендикулярно напрямку лінії стоку, проводять заміри ширини і глибини усіх утворених струменевих розмивів ґрунтів та визначають величину їх сумарного перетину.

З метою аналізу значної кількості ерозійних процесів отримані результати дослідження змиву певного типу ґрунту порівнюються з даними табл. 12.

Таблиця 12 – 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

Контрольне завдання

1. На визначеній ділянці (місці ерозійних порушень) протягнути мірну стрічку перпендикулярно напрямку лінії стоку. Уздовж стрічки (близько 100 м) провести заміри ширини і глибини всіх утворених водних промоїн ґрунту.

2. Зробити розрахунок сумарного перетину промоїн.

3. Визначити об'єм змитого ґрунту з урахуванням його щільності на площі 0,1 га.

4. Визначити відсоток території, порушеної внаслідок ерозії.

Наприклад, у досліді було зафіксовано та виміряно 55 розмивів із сумарним перетином 12750 см². Враховуючи, що перетин водних руйнувань ґрунту був характерним для схилу шириною 10 м (5 м вниз та 5 м вгору), розраховуємо об'єм змитого ґрунтового шару на площі 0,1 га. Отримуємо величину 12,7 м³, що в перерахунку на 1 га складає 127 м³. Для середньої щільності ґрунту 1,2 г/см³ це буде дорівнювати 152 т/га.

5. Оформити отримані дані у вигляді табл. 13.

Таблиця 13 – Результати дослідження рівня ерозії ґрунту на дослідній ділянці

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

6. Провести порівняльний аналіз отриманих даних з величиною гранично допустимого змиву ґрунту і зробити висновки.

Контрольні запитання

1. Що таке ерозія ґрунтів?
2. Яку екологічну небезпеку становить фактор ерозії ґрунтів?
3. Внаслідок яких причин виникає ерозія ґрунтів?
4. На які геохімічні процеси впливає ерозія?
5. Як класифікують ерозійні процеси за природою змиву?
6. Охарактеризуйте методику оцінювання наслідків ерозії.
7. Яким чином можна оцінити масштабні ерозійні процеси?
8. Назвіть засоби попередження ерозії ґрунту?

Лабораторна робота № 8

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО БОНІТЕТУ ҐРУНТІВ

Мета: ознайомитись з положеннями методики і провести якісне та кількісне оцінювання стану ґрунтів агроландшафту.

Матеріали: статистичні дані хімічного аналізу ґрунтів Дніпропетровської області.

8.1. Загальні теоретичні положення

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).

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

Вибір критеріїв, тобто ознак (чи їх набору), які можуть бути покладені в основу визначення цього показника, повинен задовольняти меті оцінювання якості ґрунтів.

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:

$$B_e = \frac{B_z + B_{no}}{C_{D\text{NPK}} + \text{ПЕН}_{\text{вм}}}, \quad (2)$$

де B_e – екологічний бонітет ґрунтів, в балах; B_z – відносний бал вмісту

гумусу у ґрунтах; B_{no} – відносний бал співвідношення поглинутих лужних катіонів ($Ca^{2+} + Mg^{2+}/Na^{+}$); $C_{D\ NPK}$ – коефіцієнт дисбалансу основних елементів живлення (N, P, K); $ПЕН_{BM}$ – інтегральний показник екологічного напруження ґрунтів внаслідок наявності важких металів (відносяться до пріоритетних забруднювачів).

Якщо показники, що увійшли в формулу (2), розглядати більш предметно, то вона набуває наступного вигляду:

$$B_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{\frac{X_i}{X_{opt}} + \frac{Y_i}{Y_{opt}}}{\left| \frac{C_i}{C_\phi} - 1 \right| + \left(\left| \frac{P_i}{P_\phi} - 1 \right| + \left| \frac{P_i}{P_k} - 1 \right| \right)} \right], \quad (3)$$

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.

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 (ІПЕН), 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 цими чинниками 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.

Крім того, наведене рівняння (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. 14).

Таблиця 14 – 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

Контрольне завдання

1. Розрахувати екологічний бонітет ґрунтів Дніпропетровської області за даними таблиці 15.

2. Віднести ґрунти кожного з районів Дніпропетровської області до певної категорії екологічної родючості згідно розрахованих показників бонітету.

3. Провести картографування території Дніпропетровської області за критерієм бонітету ґрунтів (карта області представлена в додатку 4) .

4. Проаналізувати отримані результати та зробити висновки.

Таблиця 15 – Характеристика екологічної родючості ґрунтів Дніпропетровської області

Район	B_r	$B_{п.о.}$	$C_{D, NPK}$	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
Софієвський	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. Екологічна роль гумінових речовин у забезпеченні родючості ґрунтів?
5. Як у визначенні екологічного бонітету враховується антропогенний чинник?
6. Наведіть класифікацію ґрунтів за рівнем екологічного бонітету.

Критерії оцінювання аналітично-розрахункового завдання

Робота оцінюється на **відмінно** (90-100/А), 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** (82-89/В) 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 заслуговує на оцінку **добре** (74-81/С), якщо студент показав достатній обсяг набутих знань і вмінь у самостійному виконанні завдання лабораторної роботи, але при цьому в тексті роботи було зафіксовано лексичні помилки, нечіткість мови.

Робота оцінюється на **задовільно** (64-73/Д), 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 оцінюється на **задовільно** (60-63/Е) тоді, коли в поданому студентом матеріалі виявлено суттєві змістові й лексичні помилки, в тексті зафіксовано помилки різного роду, студент не повністю виконав розрахунки і виявив знання й уміння в межах навчальної програми без достатнього логіко-аналітичного осмислення.

Робота заслуговує на оцінку **незадовільно** (35-59/ФХ) 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 у межах навчальної програми.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: МГУ, 1970. – 487 с.
2. Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв. – М.: Гидрометеиздат, 1983. – ч. 1. – 128 с.
3. Ганжара Н.Ф. Практикум по почвоведению [Текст] / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков. – М.: Агроконсалт, 2002. – 208 с.
4. ГОСТ 17.4.1.02.83. Охрана природы почв. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 4 с.
5. Ганжара Н.Ф. Почвоведение [Текст]: учеб. / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – 392 с.
6. Рожков В.А. Почвоведение [Текст]: учеб. для сред. и проф. образования / В.А. Рожков [и др.]. – М.: Лесная промышленность, 2006. – 272 с.
7. Кауричев И.С. Почвоведение [Текст] / И.С. Кауричев, Л.Н. Александрова, И.П. Гречин, Н.П. Панов Н.Н. Поддубный, Н.Н. Розов, М.В. Стратонович; под ред. И.С. Кауричева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1982. – 496 с.
8. Гуминовые вещества: Строение, функции, механизм действия,

протекторные свойства, экологическая роль [Текст] / А.И. Горовая, Д.С. Орлов, О.В. Щербенко: НАН Украины, Ин-т проблем природопользования и экологии. – К. : Наук. думка, 1995. – 304 с.

9. Экологические основы природопользования [Текст] / Н.П. Грицан, Н.В. Шпак, Г.Г. Шматков и др. – Днепропетровск: ИППЭ НАН Украины, 1998. – 409 с.

10. Долгова Т.І. Екологічна безпека ґрунтів у гірничодобувних районах: Монографія. – Д.: Національний гірничий університет, 2009. – 270 с.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	3
Лабораторна робота №1.....	4
Лабораторна робота №2.....	8
Лабораторна робота №3.....	13
Лабораторна робота №4.....	16
Лабораторна робота №5.....	18
Лабораторна робота №6.....	22
Лабораторна робота №7.....	24
Лабораторна робота №8.....	26
Критерії оцінювання аналітично-розрахункового завдання.....	29
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	30
Додаток 1	32
Додаток 2	33
Додаток 3	34
Додаток 4	35

ПАСПОРТ ДОСЛІДНОЇ 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 і тощо) _____

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

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

Виконавець,
посада

_____ підпис

ПІБ

БЛАНК ОПИСУ ГРУНТІВ

« ____ » _____ 200__ 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 _____
6. Глибина та характер вскіпання від соляної кислоти:
слабко _____
бурно _____
7. Рівень ґрунтових вод _____
8. Материнські та підстилаючі породи _____
9. Назва ґрунтів _____

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

Виконавець,
посада

_____ підпис

ПІБ

БЛАНК ОПИСУ ДОСЛІДНОЇ ДІЛЯНКИ

«___» _____ 200__ р.
(місяць прописом)

1. Номер ділянки _____
2. Номер пробної ділянки _____
3. Адреса пробної ділянки _____
4. Рельєф _____
5. Назва ґрунтів з уточненням 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 та ін.) _____

Виконавець,
посада

підпис

ПІБ

Лисицька Світлана Майорівна
Миронова Інна Геннадіївна
Павличенко Артем Володимирович
Скворцова Тетяна Володимирівна
Грунтова Валентина Юріївна

ОСНОВИ ҐРУНТОЗНАВСТВА ТА ЛАНДШАФТОЗНАВСТВА

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт
студентами напряму підготовки
6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій»

Друкується в редакційній обробці авторів.

Підписано до друку 27.01.2015. Формат 30 x 42/4.
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 2,0.
Обл.-вид. арк. 2,0. Тираж 50 прим. Зам. №

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.