

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

Природничо-географічний факультет
Кафедра загальної біології та методики навчання біології

ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ

Методичні вказівки до лабораторних робіт

Суми
СумДПУ імені А. С. Макаренка
Суми 2022

*Друкуються згідно з рішенням вченої ради
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
(протокол № 10 від 27.06.2022 р.)*

Укладачі:

- А. П. Вакал**, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри біології та методики навчання біології;
Ю. І. Литвиненко, кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри загальної біології та методики навчання біології;
М. П. Москаленко, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри загальної біології та методики навчання біології.

Рецензенти:

- С. Е. Генкал**, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри біології та методики навчання біології Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка
І. Р. Мерзлікін, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри біології та методики навчання біології Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

Вакал А. П., Литвиненко Ю. І., Москаленко М.П.

Загальна екологія : методичні вказівки до лабораторних робіт для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 091 Біологія денної та заочної форм навчання / А. П. Вакал, Ю. І. Литвиненко, М. П. Москаленко; Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка. Суми : Сум ДПУ імені А. С. Макаренка, 2022. 41 с.

Методичні вказівки містять інструктивно-методичні розробки до проведення лабораторних робіт з навчального курсу “Загальна екологія”. До кожної з лабораторних робіт, передбачених навчальною програмою, наведено тему, мету, обладнання і матеріали, описаний хід роботи. Крім того, вказівки містять список рекомендованих літературних джерел.

Рекомендовано для студентів вищих навчальних закладів відповідно до освітньо-професійної програми спеціальностей - 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), 091 Біологія.

УДК: 581.524.12

© Вакал А. П., Литвиненко Ю. І., Москаленко М. П., 2022

© Сум ДПУ імені А. С. Макаренка, 2022

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Правила техніки безпеки.....	6
Лабораторна робота № 1	
Методика проведення екологічних спостережень.....	7
Лабораторна робота № 2	
Вибір проб об'єктів навколишнього середовища для екологічних досліджень...	8
Лабораторна робота № 3	
Визначення оксиду сульфуру у повітрі.....	11
Лабораторна робота № 4	
Визначення оксиду нітрогену (IV) у повітрі.....	12
Лабораторна робота № 5	
Визначення вагової концентрації пилу.....	13
Лабораторна робота № 6	
Визначення фізичних властивостей води.....	14
Лабораторна робота № 7	
Визначення жорсткості води.....	17
Лабораторна робота № 8	
Кількісне визначення нітратів у воді.....	19
Лабораторна робота № 9	
Забруднення води та деякі методи її очищення.....	20
Лабораторна робота № 10	
Визначення стійкості рослин до впливу високих температур.....	21
Лабораторна робота № 11	
Визначення структурного складу ґрунту.....	22
Лабораторна робота № 12	
Визначення вмісту перегною в ґрунті методом прожарювання.....	23
Лабораторна робота № 13	
Визначення вмісту загального гумусу (за методом І. В. Тюріна).....	24
Лабораторна робота № 14	
Визначення активної і обмінної кислотності ґрунту.....	25
Лабораторна робота № 15	
Виявлення електричного заряду у ґрунтових колоїдах.....	26
Лабораторна робота № 16	
Визначення рівня радіаційного забруднення.....	27
Лабораторна робота № 17	
Пристосування організмів до середовища існування.....	28
Лабораторна робота № 18	
Вплив умов існування на розвиток організмів.....	29

Лабораторна робота № 19	
Розкладання органічних решток ґрунтовими мікроорганізмами.....	30
Лабораторна робота № 20	
Вивчення ролі продуцентів у природних екосистемах.....	31
Лабораторна робота № 21	
Опис видового складу місцевих фітоценозів.....	32
Лабораторна робота № 22	
Дослідження ярусної структури листяного лісу.....	35
Лабораторна робота № 23	
Дослідження стану насаджень, які ростуть на різних ділянках міста.....	36
Лабораторна робота № 24	
Вивчення екологічної ніші виду.....	38
Перелік рекомендованих інформаційних джерел.....	41

ВСТУП

Навчальна дисципліна “Загальної екології” є обов’язковою компонентою освітньо-професійних програм спеціальностей 014 Середня освіта (Біологія та здоров’я людини) та 091 Біологія. Дисципліна сприяє формування у студентів екологічних знань, екологічного мислення та свідомості, що базуються на ставленні до природи як універсальної, унікальної цінності. Отримані студентами знання повинні сформулювати в кожного з них особисте відношення до екологічних проблем світу, рідного краю, забезпечити запас фундаментальних знань і концептуальних основ сучасної екології, потрібних для подальшого поглиблення та вдосконалення екологічної освіти.

Лабораторні роботи у методичних вказівках розроблено за єдиним планом: мета роботи, перелік обладнання та матеріалів, хід виконання роботи, форма ведення запису результатів та тлумачення. Лабораторну роботу вважають виконаною тоді, коли студент правильно оформить добуті результати і теоретично обґрунтує їх.

У методичних вказівках кількість наведених робіт дещо перевищує кількість передбачених програмою тем. Це зроблено для того, щоб викладач мав змогу відібрати з них найбільш доцільні для місцевих умов та для проведення польової практики.

Звичайно лабораторні роботи виконуються разом з викладачем на заняттях згідно розкладу. Можливий варіант самостійного виконання переважної кількості робіт після попереднього інструктажу в умовах дистанційної освіти. Кожен студент повинен строго дотримуватися правил техніки безпеки під час використання лабораторного обладнання.

У даних методичних вказівках представлені методика проведення дослідів не лише в умовах навчальної лабораторії, але і у природних біогеоценозах.

Певні лабораторні роботи із “Загальної екології” також можуть бути використані в середній школі на заняттях відповідного змісту або у якості міні-проектів згідно програми з біології для загальноосвітніх навчальних закладів.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Під час виконання завдань лабораторної роботи студент зобов'язаний дотримуватись правил техніки безпеки згідно з інструктажем, поведеним викладачем на першому лабораторному занятті.

1. До роботи в лабораторії допускаються студенти, які пройшли інструктаж з техніки безпеки.

2. На заняття необхідно працювати в білому халаті, Забороняється знаходитися в лабораторії у верхньому одязі.

3. На кожному занятті призначається черговий, який відповідає за порядок в аудиторії, допомагає лаборанту в роздачі обладнання і матеріалу заняття.

4. За кожним студентом закріплюється робоче місце, на якому необхідно підтримувати чистоту і порядок.

5. Забороняється приймати в лабораторії харчові продукти, споживати їжу, пити воду з хімічного посуду.

6. Перед роботою необхідно перевірити справність нагрівальних і освітлюваних приборів, розеток та електричних дротів. Про неполадки слід негайно повідомити викладача. Забороняється самостійно лагодити несправні прилади. Не можна залишати без нагляду включені прилади та електроустаткування.

7. Під час використання скляного посуду необхідно поводитися з ним обережно. У разі нанесення порізів необхідно негайно попередити викладача для накладання першої медичної допомоги.

8. Забороняється викидати побитий скляний посуд у смітєвий бак, уламки необхідно скласти у спеціальний контейнер.

9. Після закінчення роботи необхідно навести лад на своєму робочому місці (прибрати зі столу реактиви та обладнання, сміття, стіл протерти сухою ганчіркою), інструменти здати черговому.

Лабораторна робота № 1

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета роботи: ознайомитися з методикою проведення екологічних досліджень.

Матеріали та обладнання: скляні банки об'ємом 2-3 л; переносні портативні дозиметричні прилади для вимірювання рівня радіації; хімічні реактиви.

Хід роботи

1. Для формування висновків про екологічну ситуацію на досліджуваній території, необхідні дані про фізичні показники абіотичних елементів навколишнього середовища, хімічний склад повітря, води, ґрунтів, таблиці гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у різних середовищах існування живих організмів, медико-санітарні норми та дані санітарно епідеміологічної станції про стан і здоров'я населення у досліджуваному районі.

2 Інформація збирається у підготовчий період, а також під час експедицій. При проведенні екологічних польових досліджень, якихось спеціальних "екологічних методів" не застосовується. Як правило, використовують експрес-методи визначення фізичних і хімічних властивостей абіотичних факторів навколишнього середовища. При аналізі й обробці матеріалів досліджень застосовують методи математичної статистики, моделювання природних процесів.

3. Документом який узагальнює польові екологічні дослідження має бути польовий звіт та комплекс екологічних карт. При виконанні екологічного картування використовують сучасні методи, принципи й прийоми, розроблені картографами, геологами і географами.

4. При польових дослідженнях фізико-хімічних і біохімічних особливостей компонентів природного середовища і при складанні екологічних карт всі роботи повинні бути націлені на визначення і відображення причин і наслідків формування сучасної екологічної ситуації, фіксації й виділення тих даних і фактів, які впливають на функціонування біогеоценозів.

Наведемо кілька прикладів методики проведення конкретних екологічних досліджень у польових умовах.

Визначення кількості твердих забруднюючих речовин у повітрі поблизу промислових об'єктів автотрас, автостоянок, залізничних об'єктів.

1. Підготувати кілька широкогорлих скляних банок об'ємом 2-3 л.

2. Одну ємність розмістити біля джерела забруднення, другу – на відстані 50 м від об'єкта, третю – 100 м, четверту – 200 м. Ємності мають встановлюватися на висоті 2 м над землею і повинні бути недоступними для сторонніх людей. Збір аерозолі триває місяць, за цей час необхідно регулярно оглядати й доливати воду в разі її випаровування.

3. Після закінчення вловлювання твердих часток з повітря ємності транспортують в лабораторію для дослідження.

4. Робимо висновки.

Визначення характеристики побутових відходів від окремого будинку або мікрорайону.

1. Розсортувати відходи, які накопичилися протягом доби за категоріями: метал, папір, пластмас, поліетилен, скло, харчові відходи та ін. (роботу виконувати, використовуючи фартух, рукавиці, респіратор).

2. Скласти список основних компонентів кожної категорії.

3. Поділити масу відходів (загальну й за категоріями) на кількість мешканців будинку (мікрорайону). Розрахувати отримані дані на різні терміни (тиждень, місяць, рік), визначити процентний вміст кожної категорії.

4. Продумати й дати рекомендації, як зменшити кількість відходів кожної категорії, як найкраще їх використати або рецикліювати (повторно використати). Опитати дворника чи відбирають і рецикліюють люди побутові відходи, як саме, які відходи відбираються, куди вони відправляються і з якою метою.

5. Робимо висновки.

Дозиметричний контроль рівня радіації (повітря, ґрунту, рослин, поверхні різних предметів, обладнання).

Під час польових досліджень використовують, як правило, портативні переносні прилади. Призначені вони переважно для індивідуального дозиметричного контролю. При можливості можна використовувати й промислові прилади. Кожний із таких приладів має детальну інструкцію, як ним можна користуватися.

Лабораторна робота № 2

ВИБІР ПРОБ ОБ'ЄКТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета роботи: вивчити особливості відбору зразків об'єктів навколишнього природного середовища для екологічних досліджень.

Матеріали та обладнання: карти; лопата; пакети з тканини;

поліетиленові пакети; брезент; скляні пляшки.

Хід роботи

Вибір тест-полігонів. Для проведення біологічного моніторингу довкілля на досліджуваній території повинні бути виділені тест-полігони. Тест-полігони вибираються таким чином, щоб першочергово були досліджені найбільш небезпечні та техногенно-навантажені райони. Відбір проб проводять як в промислових зонах, так і в житлових масивах, віддалених від підприємств.

Загальні вимоги до відбору проб повітря. При визначенні хімічного складу повітря основним видом спостережень повинний бути відбір проб повітря на стаціонарних і маршрутних постах.

У випадку, коли джерела шкідливих викидів зосереджені на одній промисловій площадці і забруднення повітря міста визначається головним чином цими джерелами, відбір проб проводиться в основному під смолоскипами цих джерел на різних відстанях (у тому числі й у межах міста).

Для оцінки забруднення атмосфери вихлопними газами від автотранспорту в різних районах міста не рідше одного разу в рік протягом двох-трьох тижнів.

У комплекс метеорологічних спостережень, що проводиться при обстеженні забруднення повітря в містах, входять:

- метеорологічні спостереження при доборі проб повітря на стаціонарних, маршрутних постах і при під факельних вимірах;
- спостереження (додаткові) на метеорологічних станціях;
- спеціальні мікрометеорологічні зйомки.

Спостереження за забрудненням атмосфери проводяться на стаціонарних, маршрутних і пересувних постах.

Стаціонарні пости служать для проведення систематичних спостережень. Вони обладнані спеціальними павільйонами, оснащеними необхідною апаратурою для відбору проб повітря і безупинної реєстрації змісту шкідливих домішок в атмосфері, а також і приладами для визначення метеорологічних параметрів.

На стаціонарних постах проводяться:

- відбір проб повітря для наступного хімічного аналізу на вміст шкідливих домішок;
- реєстрація забруднення атмосфери автоматичними газоаналізаторами;
- метеорологічні спостереження: швидкість і напрямок вітру, температура і вологість повітря – спостереження за димовими смолоскипами.

Ці місця повинні, по-перше, розташовуватися на відкритих, провітрюваних з усіх боків ділянках, по-друге, відбивати характерний стан

повітряного середовища міста з урахуванням різних районів досліджуваної території.

Кількість стаціонарних постів у населених пунктах визначається з урахуванням чисельності населення, площі і рельєфу місцевості, розвитку промислових комплексів у зоні, а також розміщення місць відпочинку.

Для одержання найбільш повної і якісної інформації з забруднення повітряного басейну пости спостережень доцільно розміщати, насамперед у кварталах житлової забудови, у центральній частині міста й у районах, найбільшого забруднення. Для порівняльної оцінки один зі стаціонарних постів розміщається у чистій зоні (міський парк, сквер, зона відпочинку й ін.).

Загальні вимоги до відбору проб ґрунтів. Відбір проб здійснюється згідно «ГОСТ 17.4.3.01-83. Ґрунти. Відбір проб». Такі методи відбору проб ґрунту застосовуються для оцінки загального та локального забруднення навколо підприємств, поблизу автомобільних трас та ін. При загальному забрудненні ґрунтів ділянки для відбору зразків вибирають у відповідності з координатною сіткою (вказують номер і координати). При локальному забрудненні ґрунтів для визначення пробних ділянок використовують систему концентричних кіл, розташованих на диференційованих відстанях від джерела забруднення (вказують номери кіл і азимут місця відбору зразків).

При дослідженні забруднень ґрунтів проби відбирають пошарово з глибини 0-5; 5-20; 21-40; 41-60 см, в залежності від мети дослідження. Крім того визначається необхідний розмір досліджуваної ділянки, кількість і вид проби. Максимально допустимі розміри ділянок визначають в залежності від економічних районів країни: в Поліссі – 8 га, Лісостеповій зоні – 25 га, в Степовій – 40 га. В середньому розмір ділянки в Україні дорівнює приблизно 25 га. Для визначення у ґрунтах хімічних речовин розмір ділянки для відбору зразків коливається від 1 до 5 га, де відбирають не менш однієї об'єднаної проби масою не менше 400 г.

Обстеження земель навколо підприємств-забруднювачів та поблизу автомобільних трас. Навколо підприємств-забруднювачів обстеження земель проводиться за системою концентричних кіл, розташованих на відстані 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 5,0; 10,0 км від джерела забруднення, з урахуванням пануючих вітрів. При відборі проб ґрунту з ділянок уздовж дорожніх смуг враховується те, що газопиловий струмінь автотранспорту викидається в повітря невисоко над ґрунтом, а відстань переносу викидних газів (в тому числі і аерозолів важких металів, сажі та інших речовин) не перевищує 100 м в напрямку пануючих вітрів. Ділянки для відбору зразків довжиною 200-500 м розмічають на відстанях 0-10, 10-50 і 50-100 м від полотна дороги, враховуючи рельєф, ґрунтовий і рослинний покрив, гідрологічні умови місцевості. На кожній з них

відбирають 20-25 індивідуальних проб ґрунту для отримання змішаного 5 (середнього) зразка.

Відбір проб з водних джерел. Зразки з водних джерел (річки, озера тощо) відбирають згідно з «ДСТУ ISO 5667-6-2001 Якість води. Відбір проб. Частина 6».

У загальному комплексі дослідження води відбір проб є важливим і відповідальним етапом. Результат аналізу значною мірою залежить від правильного взяття проби, тому слід додержуватися визначених правил.

Для повного аналізу пробу беруть у бутель місткістю 5 л з притертою пробкою (можна з корка). Якщо потрібно провести скорочений аналіз, то беруть бутель місткістю 2 л, який чисто миють і обполіскують дистильованою водою.

Перед відбором проби для фізико-хімічного аналізу бутель обполіскують два рази досліджуваною водою, потім заповнюють його водою і закривають пробкою.

Дослідження води має бути проведене у короткий строк від моменту взяття проби, тому що при стоянні води, особливо влітку, склад її змінюється за рахунок фізико-хімічних процесів, що відбуваються в ній (окиснення аміачних солей і нітратів, випадання розчинних речовин та ін.), та життєдіяльності бактерій. Визначення фізичних властивостей бажано проводити відразу на місці джерела води. Чисті води досліджують не пізніше ніж через 72 год. після відбору, відносно чисті – через 48 год. і забруднені – через 12 год. (воду слід зберігати в льодовнику). Якщо необхідне більш тривале зберігання води, застосовують різні консерванти: сірчану кислоту, вугільну кислоту, хлороформ та ін. Вибір консервантів визначається метою дослідження.

Проби води з річок та інших водотоків відбирають на відстані 3-5 м від берега в чисті скляні пляшки та зберігають у холодильнику до проведення дослідів. Якщо проби відбирають зі свердловин, то зразок води наливають у пляшки після 1-2 хвилинного зливу води.

Лабораторна робота № 3

ВИЗНАЧЕННЯ ОКСИДУ СУЛЬФУРУ У ПОВІТРІ

Мета роботи: прищепити практичні навички щодо визначення оксиду сульфуру у повітрі, аналізу і узагальнення одержаних результатів.

Матеріали та обладнання: прилад Ріхтера; ФЭК-56; пробірки; кювети шириною 10 мм для приладу ФЭК-56; дистильована вода; розчин KCl; розчин BaCl₂.

Метод заснований на окислюванні сірчистого газу в процесі його уловлювання з повітря розчином хлорату калію чи пероксиду гідрогену з наступним турбидиметричним визначенням сульфат-іона, що утвориться, із хлоридом барію.

Метод рекомендується для визначення разових концентрацій. Чутливість визначення 5 мкг в аналізованому обсязі проби. Діапазон вимірюваних концентрацій 0,08-1,5 мг/м³ при доборі проби об'ємом 80 л.

Для визначення разової концентрації SO₂ досліджуване повітря зі швидкістю 4 л/хв пропускають протягом 20 хв через поглинальний прилад Ріхтера, що містить 6 мл поглинаючого розчину.

Хід роботи

1. У лабораторії доводять рівень розчину в поглинаючому приладі до 6 мл дистильованою водою.

2. Для аналізу 5 мл розчину проби переносять у пробірку і додають по 1 мл розчину BaCl₂.

3. Вміст пробірок ретельно струшують і через 15 хв визначають оптичну щільність розчинів у кюветах шириною 10 мм при довжині хвилі 400 нм (світлофільтр № 3 для ФЭК-56) щодо води. Час від додавання останнього реактиву до виміру оптичної щільності для всіх проб повинний бути однаковим.

4. Одночасно проводять виміру «нульової» проби, для чого 5 мл поглинаючого розчину аналізують аналогічно пробам.

5. Кількість оксиду сульфуру (IV) в пробах знаходять за допомогою калібровочного графіка по різниці результатів вимірів оптичної щільності розчину проби і нульового розчину.

6. Робимо висновки.

Лабораторна робота № 4

ВИЗНАЧЕННЯ ОКСИДУ НІТРОГЕНУ (IV) У ПОВІТРІ

Мета роботи: прищепити практичні навички щодо визначення оксиду нітрогену (IV) у повітрі, аналізу і узагальнення одержаних результатів.

Матеріали та обладнання: U-подібний поглинальний прилад із пористою пластиною № 1; ФЭК-56; світлофільтр № 6 для ФЭК-56; дистильована вода; пробірки; сульфанілова кислота; 0,06 % розчин сульфату натрію.

Метод заснований на взаємодії оксиду нітрогену (IV) і сульфанілової кислоти з утворенням діазосполучення що, реагуючи з а-нафтиламіном, дає азобарвлювачі. Останні забарвлюють розчин від блідо-рожевого до червоно-фіолетового кольору. По інтенсивності забарвлення розчину визначають кількість NO_2 .

Для визначення разової концентрації двоокису азоту досліджуване повітря пропускають через U-подібний поглинальний прилад із пористою пластиною № 1, наповнений 6 мл поглинального розчину, із швидкістю 0,25 л/хв протягом 20 хв. Під час відбору проби уникають освітлення поглинаючого приладу прямими сонячними променями. Термін збереження відібраних проб не більш 2 діб.

Хід роботи

1. Рівень розчину в поглинаючому приладі доводять дистильованою водою до мітки 6 мл.
2. Для аналізу 5 мл розчину з кожної проби переносять у пробірку і додають по 0,5 мл складового реактиву.
3. Вміст пробірок старанно струшують і через 20 хв у пробірки доливають по 5 капель 0,06%-ного розчину сульфату натрію і ще разом струшують.
4. Вимірюють оптичну щільність розчинів у кюветах шириною 10 мм при довжині хвилі 540 нм (світофільтр № 6 для ФСК-56) щодо води.
5. Кількість NO_2 в пробах знаходять по калібровочному графіку, по різниці результатів вимірів оптичної щільності розчинів проби і нульового.
6. Робимо висновки.

Лабораторна робота № 5

ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОВОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПИЛУ

Мета роботи: прищепити практичні навички щодо визначення вагової концентрації пилу, аналізу і узагальнення одержаних результатів.

Матеріали та обладнання: фільтр АФА-ХП-18; фільтр із тканини ФПП; терези.

Запиленість повітря визначають по збільшенню маси після аспірації повітря через аерозольний фільтр. Метод рекомендується для визначення разових і середньодобових концентрацій. Чутливість визначення 0,2 мг пилу в пробі. Діапазон що вимірюються концентрацій 0,1-10 мг/м при відборі проби повітря 2 м³.

Для визначення разової концентрації пилу досліджуване повітря пропускають через фільтр АФА-ХП-18 із швидкістю до 50 л/хв.

Для визначення середньодобової концентрації пилу досліджуване повітря пропускають через фільтр із тканини ФПП по 20 хв із тією ж швидкістю, що і при відборі разових проб, через рівні проміжки часу.

Хід роботи

1. Після відбору проби пил не менше години витримують у приміщенні, де здійснювалося перше зважування доводять до постійної ваги.

2. Кількість пилу визначають по різниці ваги фільтра після і до пропускання аналізованого повітря.

3. При необхідності подальшого використання фільтри після вагового аналізу акуратно вкладають і передають для спектрального або хімічного аналізу.

4. Робимо висновки.

Лабораторна робота № 6

ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ

Мета роботи: прищепити практичні навички щодо визначення фізичних властивостей води, аналізу і узагальнення одержаних результатів.

Матеріали та обладнання: мутномір Бейліса; скляний бутель; колба об'ємом 250 мл; колориметричні циліндри місткістю 100 мл; годинникове скельце; лійка; електрична плитка; еталонні розчини; мірний циліндр; еталонні розчини для визначення каламутності води; стандартні розчини для визначення колірності води; розчин калію біхромату; розчин сульфату кобальту; сірчана кислота (густиною 1,84); дистильована вода;

Визначення запаху.

Вода не повинна мати ніякого запаху. Наявність запахів робить її неприємною для пиття. Розпізнають запахи природного і штучного походження. Запахи виникають у зв'язку з хімічними і гідробіологічними процесами, які відбуваються.

У прийнятій класифікації запахи води характеризуються термінами: землистий – запах вологого ґрунту, болотний – запах торфу, аптечний – запах йодоформу, вуглеводневий – запах нафти, хлорний, гнильний, затхлий, рибний, сірководневий і т. п.

Хід роботи

1. Запах визначають при кімнатній температурі безпосередньо з бутля, у якому була доставлена проба. Воду в бутлі струшують, відкривають пробку і нюхають. Також визначають запах під час нагрівання.

2. У колбу наливають 100 мл досліджуваної води, закривають щільно годинниковим скельцем і нагрівають до 50-60⁰ С, збовтують, зсовують скельце і визначають характер та інтенсивність запаху.

3. При використанні обох методів запах визначають якісно (ароматичний, гнильний, болотний, землистий та ін.) і кількісно.

4. Кількісну оцінку визначають у балах за п'ятибальною шкалою (таблиця).

Таблиця

Оцінка запаху питної води

Бал	Запах	Описова ознака
0	Ніякого	Не відчутний
1	Дуже слабкий	Звичайно не відчутний, але виявляється лабораторним дослідженням
2	Слабкий	Не привертає уваги, але стає відчутним, коли його зазначають
3	Помітний	Легко виявляється і може дати привід сумніватися в якості води
4	Чіткий	Привертає увагу і робить воду неприємною для пиття
5	Дуже сильний	Настільки сильний, що вода непридатна для пиття.

5. Робимо висновки.

Допустима наявність запаху у питній воді при температурі 20⁰ С – до 2 балів. При визначенні запаху води у приміщенні, де проводиться аналіз, не повинно бути ніякого запаху (ні від рук, ні від одягу дослідника). Крім того, та сама особа не повинна тривалий час проводити аналіз запаху води, бо може наступити звикання.

Запах води, яка підлягала хлоруванню, визначають через 30 хв після введення хлору.

Органолептичний метод визначення смаку.

Органолептичним методом визначають характер інтенсивності смаку і присмаку. Розрізняють чотири основні види смаку; солоний, кислий, солодкий,

гіркий. Всі інші види смакових відчуттів називаються присмаками.

Хід роботи.

1. Досліджувану воду набирають у рот малими порціями, не ковтаючи, затримують 3-5 с.

2. Інтенсивність смаку і присмаку визначають при 20° С і оцінюють за п'ятибальною системою відповідно до вимог таблиці.

Таблиця

Оцінка інтенсивності смаку питної води

Інтенсивність смаку та присмаку	Характер прояву смаку та присмаку	Оцінка інтенсивності смаку, в балах
немає	Смак і присмак не відчуються	0
дуже слабка	Смак і присмак не відчуються споживачем, але виявляються при лабораторному дослідженні	1
слабка	Смак і присмак помічаються споживачем, якщо звернути на це його увагу	2
помітна	Смак і присмак легко помічаються і викликають несхвальний відгук про воду	3
чітка	Смак і присмак звертають на себе увагу і змушують утриматися від пиття	4
дуже сильна	Смак і присмак настільки сильний, що роблять воду непридатною до вживання	5

3. Робимо висновки.

Визначення каламутності води.

Каламутність води пов'язана з наявністю в ній твердих часток, різного ступеня дисперсності, у вигляді завислих речовин. Згідно з ГОСТ 2874-82, каламутність води не повинна перевищувати 1,5 мг/л. Визначення каламутності проводять у мутномірі Бейліса.

Хід роботи

1. За допомогою мутноміра порівнюють каламутність води еталонними розчинами, приготовленими з дистильованої води та інфузорної землі або каоліну, концентрація яких поступово зростає: 0,05; 0,08; 0,1; 0,2; 0,4;... до 2 мг/л.

2. Концентрацію еталонів визначають у міліграмах суспендованої речовини на 1 л води. У міліграмах на літр визначають і каламутність досліджуваної води.

3. Воду для дослідження наливають у циліндр по вінця.

4. У другий циліндр наливають дистильовану воду.

5. Після виділення бульбашок повітря (через 5-10 хв) вмикають лампу приладу. Над циліндром з дистильованою водою поміщають диск з еталонами і, обертаючи його, підбирають еталон за каламутністю, який відповідає досліджуваній воді.

6. Робимо висновки.

Визначення колірності води.

Колірність води визначають порівнянням досліджуваної води із шкалою стандартних розчинів, що імітують за забарвленням колір води. Колірність води позначають в умовних градусах шкали. Стандартним еталоном є хромово-кобальтова і платиново-кобальтова шкали. Визначені відтінки цих шкал відповідають визначеним градусам колірності. Найчастіше з цією метою використовують еталон з хромово-кобальтовою шкалою.

Хід роботи

1. Готують два розчини:

- основний розчин: розчиняють окремо у дистильованій воді 0,0875 г калію біхромату, додають 2 г кобальту сульфату, обидва розчини змішують, додають 1 мл хімічно чистої сірчаної кислоти (густиною 1,84) і доводять дистильованою водою до 1 л. Цей розчин відповідає колірності 500 град;
- хімічно чисту сірчану кислоту у кількості 1 мл доводять дистильованою водою до 1 л.

2. Змішують перший і другий розчини у колориметричних циліндрах місткістю 100 мл у різних співвідношеннях.

3. Після змішування розчинів у зазначених пропорціях циліндри закривають пробками і зберігають у темному місці протягом 2-3 місяців.

4. Для визначення колірності у циліндр, однотипний з еталонним, наливають 100 мл води для дослідження.

5. Порівнюють його з циліндрами шкали і порівнюють зверху на білому фоні. З циліндра, який за колірністю однаковий з циліндром з досліджуваною водою, записують градуси колірності.

6. Каламутна вода, що має прозорість нижчу 20 см, перед визначенням має бути відцентрифугована.

7. Робимо висновки.

Якщо вода для дослідження має колірність понад 80⁰, то її розводять дистильованою водою, проводять визначення способом, описаним вище, і одержують величину колірності множенням результату визначення на кратність розведення.

Лабораторна робота № 7

ВИЗНАЧЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ВОДИ

Мета роботи: з'ясувати параметри, які характеризують жорсткість води, ознайомитися із способам зменшення жорсткості води.

Матеріали та обладнання: колба об'ємом 250 мл; дистильована вода; буферний розчин; індикатор хромогену чорного; розчин трилону Б;

Хід роботи

1. Каламутну воду перед визначенням жорсткості слід відфільтрувати.
2. У колбу місткістю 250 мл вносять таку кількість прозорої води (100 мл або менше), щоб жорсткість її після доведення до 100 мл дистильованою водою не перевищувала 0,5 мг•екв/л.
3. Визначену кількість досліджуваної води вносять у колбу, доводять до 100 мл дистильованою водою, додають 4 мл буферного розчину, 6 крапель індикатора хромогену чорного. При цьому вода набуває вишнево-чорного забарвлення.
4. Титрують суміш у колбі при інтенсивному збовтуванні 0,05 н. розчином трилону Б до зеленувато-синього забарвлення.
5. Кількість 0,05 н. трилону Б, яка витрачена на титрування понад 10 мл, свідчить, що у досліджуваному об'ємі води жорсткість більша 0,5мг*екв/л. У таких випадках визначення повторюють у меншому об'ємі досліджуваної води.
6. Загальну жорсткість води (мг. екв/л) розраховують за формулою:

$$X = A \cdot 0,05 \cdot K \cdot 1000 / V,$$

де A – кількість розчину трилону Б, витраченого на титрування, мл; K – поправочний коефіцієнт 0,05 н. розчину трилону Б; 0,05 – нормальність трилону Б; V – об'єм води, взятий для дослідження, мл; 1000 – перерахунок на 1 літр.

7. Робимо висновки.

Лабораторна робота № 8

КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ НІТРАТІВ У ВОДІ

Мета роботи: навчитися визначати вміст нітратів у воді.

Матеріали та обладнання: циліндри Генера; лійка; суспензія алюмінію гідроксиду; 0,1 н. розчину лугу; фарфорова чашка; розчин срібла сульфату; стандартний розчин калію нітрату; дистильована вода; сульфо-фенолового розчин; 10% розчин аміаку.

Хід роботи

1. Визначенню заважають хлориди у концентрації понад 10 мг/л, колірність води понад 25 град, низька рН води.

Вплив хлоридів усувають під час аналізу додаванням срібла сульфату.

2. Забарвлену і каламутну воду готують до дослідження, додаючи 3 мл суспензії алюмінію гідроксиду до 150 мл води.

3. Якщо вода має низьку рН (при коагуляції), то перед випарюванням її слід підлужити, додаючи по 2 мл 0,1 н. розчину лугу на кожні 100 мл води.

4. Якщо за якісною реакцією з наближеною кількісною оцінкою за таблицею утворилося 1 мг/л нітратів або менше, то для точного кількісного визначення для аналізу беруть 100 мл води.

5. Якщо наближений вміст нітратів у досліджуваній воді перевищує 1 мг/л, то потрібний для аналізу об'єм води визначають таким чином, щоб вміст азоту нітратів у ньому становив від 0,02 до 0,1 мг.

6. Визначений об'єм досліджуваної води відмірюють у фарфорову чашку, додають розчин срібла сульфату у кількості, еквівалентній вмісту хлоридів у даному об'ємі, і випарюють до суха.

7. У другій фарфоровій чашці випарюють 1 мл стандартного розчину калію нітрату, який містить 0,1 мг нітратів.

8. В обидві чашки після охолодження додають по 1 мл сульфо-фенолового розчину і ретельно перемішують його скляними паличками з сухим залишком.

9. Через 10 хв в обидві чашки наливають по 10 мл дистильованої води і по 10 мл 10% розчину аміаку, після чого мусить з'явитися виражене жовте забарвлення.

10. Вміст кожної чашки переливають відповідно у циліндри Генера з позначкою «Д» (досліджувана вода) і з позначкою «С» (стандартний розчин) і доводять рівень рідини у кожному циліндрі до 100 мл, після цього колориметрують.

11. Кількість нітратів (мг/л) розраховують за формулою:

$$X = 0,1 \cdot H_2 \cdot V_2 \cdot K \cdot 1000 / (H_1 \cdot V_1)$$

де 0,1 – кількість азоту нітратів у 1 мл стандартного розчину калію нітрату, мг; V_2 – кількість стандартного розчину, випареного у другій фарфоровій чашці, мл; H_2 – висота стовпчика рідини у циліндрі Генера із стандартним розчином, см; H_1 – висота стовпчика рідини у циліндрі Генера з досліджуваною водою, см; V_1 – об'єм досліджуваної води, випареної у фарфоровій чашці.

12. Робимо висновки.

Лабораторна робота № 9

ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ ТА ДЕЯКІ СПОСОБИ ЇЇ ОЧИЩЕННЯ

Мета роботи: з'ясувати параметри, які характеризують забруднення води, навчитися деяким способам очищення води та визначити їх ефективність.

Матеріали та обладнання: лабораторний стакан; чашки Петрі; водопровідна вода; бульйон з нешкідливими бактеріями; 30 г ґрунту; харчовий барвник; хімічні стакани на 500 мл; лійка; паперовий фільтр; мірний циліндр; хлорка; прилад для дистилювання води.

Хід роботи

1. У лабораторний стакан на 500 мл налейте 400 мл водопровідної води додайте до неї перераховані нижче забруднювачі. Вкажіть, до якої категорії відноситься кожний з них: – столова ложка ґрунту, – декілька краплин харчового барвника, – біля 1 мл бульйону, який містить нешкідливі бактерії.

2. Переконайтеся у ефективності найбільш широко використовуваних способів водоочищення. Наявність розчинних речовин слід перевірити методами хімічного аналізу.

Використовуючи харчовий барвник, можна візуально визначити розчинні речовини.

Перевірити присутність бактерій можна за допомогою петлі з дроту, яку простерилізували у полум'ї. Перенесіть нею краплю води із стакана у чашку Петрі з стерильним агаровим середовищем. Поява колоній через декілька діб буде свідчити про наявність у воді бактерій.

3. Налийте 50 мл досліджуваного зразка води у мірний циліндр для

відстоювання. Опісля проведіть дослідження верхнього шару на наявність забруднення вищеописаним способами. Обґрунтуйте, чи можна використовувати відстоювання для видалення завислих речовин, розчинних речовин та бактерій.

4. Відфільтруйте 20-30 мл досліджуваного зразка води у чистий лабораторний стакан за допомогою лійки та фільтрувального паперу. Перевірте фільтрат на забруднення описаними вище способами. Обґрунтуйте, чи видаляються за допомогою фільтрування завислих речовин, розчинних речовин та бактерій.

5. Налийте 30-40 мл забрудненої води в лабораторний стакан на 100 мл. Додайте декілька крапель розчину хлорки (хлорного вапна), ретельно перемішайте і дайте відстоятися протягом 15 хв. Перевірте воду на наявність забруднення описаними вище способами.

6. Зберіть прилад для дистиляції, продистильуйте 50 мл досліджуваного зразка води. Обґрунтуйте, чи видаляються в результаті цього процесу зависі, речовини та бактерії; чому дистиляцію не використовують як єдиний спосіб надійного очищення води.

7. Робимо висновки.

Лабораторна робота № 10

ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ РОСЛИН ДО ПЛИВУ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Мета роботи: отримати уяву про витривалі якості різних рослин щодо дії високої температури.

Матеріали та обладнання: водяна баня; електрична плитка; термометр; пінцет; 5 чашок Петрі; стакан з водою; олівець по склу, 0,2 н розчин соляної кислоти.

Хід роботи

1. Листя досліджуваних рослин з'єднати у пучки (по п'ять штук одного виду).

2. Нагріти водяну баню до 40° С і витримати листя у нагрітій воді протягом 30 хвилин, підтримуючи температуру на рівні 40° С.

3. Перша проба: відірвати по одному листку кожного виду рослин і перенести їх у чашку Петрі з холодною водою. Після охолодження пінцетом перенести листя у чашку з розчином соляної кислоти.

4. Друга проба: підняти температуру у водяній бані до 50° С і через 10 хвилин після цього взяти ще по одному листку й повторити процедуру як у першій пробі.

5. Наступні проби проводять за аналогічною методикою, піднімаючи температуру за кожним разом на 10° С і через кожні 10 хвилин переносять по одному листку різних рослин у розчин соляної кислоти. Температуру доводять до 80°С.

6. Через 20 хвилин після занурення листка в кислоту рахують ступінь ушкодження листка по кількості бурих плям.

7. Підрахунки здійснюють у такий спосіб: відсутність побуріння позначають — — —, слабе побуріння — — — +, побуріння площі листка понад 50% — + + — і суцільне побуріння — + + +.

8. Результати дослідів занести у таблицю.

Таблиця

Назва рослини	Ступінь ушкодження листя				
	Проба 1 40° С	Проба 2 50° С	Проба 3 60° С	Проба 4 70° С	Проба 5 80° С

8. Побудувати ряд термостійкості деревинних або кімнатних рослин.

9. Робимо висновки.

За отриманими даними зробити висновки щодо ступеня витривалості різних рослин та доцільності висаджувати певні види рослин на відкритих, не захищених від сонця ділянках.

Лабораторна робота № 11

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРНОГО СКЛАДУ ҐРУНТУ

Мета роботи: вивчити структурний склад ґрунту.

Матеріали та обладнання: середній зразок не розтертого ґрунту, взятого із орного шару; набір ґрунтових сит; терези; важки.

Хід роботи

1. Складіть усі сита набору так, щоб зверху було сито з найбільшими отворами, а донизу діаметр отворів поступово зменшувався (порядок розміщення сит згори донизу, мм: 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0,5, 0,25).

2. Внизу колонки сит помістіть піддонник.
3. Із середнього зразка не розтертого ґрунту візьміть наважку 50-300 г з точністю до 0,1 г.
4. Помістіть наважку на верхнє сито, закрийте кришкою і просійте ґрунт крізь сито.
5. Зважте фракції структурних елементів, що залишилися на ситах і потрапили в піддонник, запишіть їхні розміри.
6. Обчисліть процентний вміст у ґрунті структурних фракцій різного діаметра за формулою

$$X = M_1 \cdot 100 / M_2,$$

де M_1 – маса структурних окремоностей певного розміру; M_2 – маса ґрунту, взятого для просіювання.

Результати дослідження занести у таблицю.

Таблиця

Тип ґрунту		Розмір структурних окремостей (мм)								
		Більше 10	7-10	5-7	3-5	2-3	1-2	0,5-1	0,25-0,5	0-0,25
	грами									
	%									
	грами									
	%									

7. Робимо висновки.

Відомо, що з агровиробничого погляду найбільш цінними є структурні окремоності розміром від 1 до 5 мм. Чим більше в ґрунті структурних окремоностей цих розмірів, тим краще. Найчастіше добре оструктурені ґрунти містять більше 80% агрегатів, розмір яких від 1 до 5 мм, менш оструктурені – від 50 до 80%, погано оструктурені – менш як 50%, практично безструктурні – лише 5-10%.

Лабораторна робота № 12

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ПЕРЕГНОЮ В ҐРУНТІ МЕТОДОМ ПРОЖАРЮВАННЯ

Мета роботи: ознайомлення з найпростішою методикою орієнтовного визначення вмісту перегною в ґрунті, яку можна застосовувати в школі.

Матеріали і обладнання: тигель; муфельна піч; муфельні щипці; терези; важки; середній зразок розтертого ґрунту.

Хід роботи

1. У зважений тигель візьміть наважку ґрунту близько 5 г.
2. Помістіть тигель з ґрунтом у муфельну піч, нагріту до темно-червоного розжарювання (+500...+550° С).
3. Прожарте ґрунт до втрати ним сірого кольору перегною.
4. Тримавши тигель щипцями, обережно нахиліть його і перемішайте в ньому ґрунт. Переконайтеся, що перегній згорів повністю і вся наважка втратила сірий колір.
5. Охолодіть тигель і зважте.
6. Враховуючи те, що при спалюванні перегною із ґрунту випарувалась і гігроскопічна вода, за втратою у масі обчисліть процентний вміст у ґрунті перегною:

$$X = (A - M_1) \cdot 100 / M_2,$$

де A – втрата маси після прожарювання; M_1 – маса в наважці гігроскопічної води; M_2 – маса абсолютно сухої наважки.

7. Отримані результати заносимо до таблиці.

Таблиця

Наважка		Втрата маси після прожарювання, г	Маса гігроскопічної води у наважці, г	Вміст перегною, %
повітряно- суха, г	абсолютно суха, %			

8. Робимо висновки.

Лабораторна робота № 13

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ЗАГАЛЬНОГО ГУМУСУ (за методом І. В. Тюріна)

Мета роботи: ознайомлення з методом визначення вмісту загального гумусу (за методом І. В. Тюріна).

Матеріали та обладнання: зразки ґрунту; дистильована вода; розчин $K_2Cr_2O_7$ в розбавленій (1:1) сірчаній кислоті 1,0 н.; розчин 85%-ної H_3PO_4 ; сіль

AgSO₄; розчин сульфату оксиду заліза (II) (сіль Мора); лійка; технічні терези; наважки; сито з діаметром отворів 0,25 мм; колба місткістю 200 мл; колба місткістю 500 мл; фільтрувальний папір.

Хід роботи

1. Із середнього зразка розтертого ґрунту масою близько 2 г необхідно вибрати всі частини рослин, які не розклалися, ґрунт просіяти через сито з діаметром отворів 0,25 мм, з просіяного зразка необхідно відважити 0,3 г і помістити наважку в конічну колбу, долити до наважки 10 мл розчину K₂Cr₂O₇ в розбавленій (1:1) сірчаній кислоті. У колбу як каталізатор необхідно додати 0,1 г AgSO₄.

2. Вміст колби перемішати, закрити лійкою, потім колбу нагріти до кипіння і кип'ятити 5 хв., охолодити.

3. Перенести вміст колби в більшу склянку місткістю 500 мг, в яку заздалегідь налити 200 мг дистильованої води.

4. Додати до розчину 2-3 мл 85%-ної H₃PO₄ і 8 крапель розчину дифеніламіну в сірчаній кислоті, перемішати рідину.

5. Для того щоб визначити кількість розчину K₂Cr₂O₇, не витраченого на окислення органічної речовини ґрунту титруйте 0,2%-м розчином сульфату оксиду заліза (II) (сіль Мора) до зміни синього забарвлення на зелене.

6. Обчислити процентний вміст перегною в зразку за формулою:

$$X = \frac{(A - B) \cdot 0,0010362 \cdot 100}{P},$$

де *A* – кількість міліметрів солі оксиду заліза (II), витраченого на титрування розчину без ґрунту, *B* – кількість міліметрів оксиду заліза, витраченого на титрування після затиснення органічної речовини ґрунту, *P* – маса абсолютної сухої наважки, 0,0010362 – вміст перегною в грамах, еквівалентний 1 мл 0,2 н. розчину солі оксиду заліза (II).

7. Робимо висновки.

Лабораторна робота № 14

ВИЗНАЧЕННЯ АКТИВНОЇ І ОБМІННОЇ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТУ

Мета роботи: оволодіти методикою визначення кислотності ґрунту і визначати їх для досліджуваного зразка.

Матеріали та обладнання: рН-метр; зразки ґрунту; дистильована вода;

1,0 н. розчин KCl; технічні терези; наважки; сито з діаметром отворів 1 мм; колба місткістю 100 мл; фільтрувальний папір.

Хід роботи

1. Приготуйте водну витяжку з ґрунту, для чого: а) на технічних терезах з точністю до 0,01 г відважте 10 г ґрунту, просіяного через сито з діаметром отворів 1 мм; б) висипте ґрунт у колбу місткістю 100 мл і долийте в неї 50 мл дистильованої води; в) старанно взбовтайте ґрунт з водою протягом 10 хв, після чого вміст колби профільтруйте до прозорості фільтрату.

2. Приготуйте сольову витяжку з ґрунту, для чого: а) на технічних терезах з точністю до 0,01 г відважте 20 г ґрунту, просіяного через сито з діаметром отворів 1 мм; б) висипте ґрунт у колбу місткістю 100 мл і долийте в неї 50 мл 1,0 н. розчин KCl (1 н. розчин KCl готують так: відважують 75 г солі KCl, розчиняють її в 500 мл дистильованої води, фільтрують у мірний циліндр місткістю 1 л і доливають водою до мітки); в) старанно взбовтайте ґрунт з розчином KCl протягом 30 хв, після чого вміст колби профільтруйте до прозорості фільтрату.

3. Налийте в стакан досліджуваний фільтрат, опустіть у нього електроди і виміряйте рН за допомогою рН-метра за інструкцією.

Отримані результати заносимо у таблицю.

Таблиця

Кислотність різних типів ґрунтів

№ п/п	Тип ґрунту	рН водної витяжки	рН сольової витяжки

4. Робимо висновки.

Лабораторна робота № 15

ВИЯВЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ЗАРЯДУ У ҐРУНТОВИХ КОЛОЇДАХ

Мета роботи: переконатися, що ґрунтові колоїди мають негативний заряд.

Матеріали і обладнання: розчин метиленового синього в концентрації 1:1000, розчин еозину в концентрації 1:1000, колба на 250 мл, дві пробірки, скляна паличка, лійка, фільтри.

Хід роботи

1. Насипте 15-20 г ґрунту на фільтр у лійці.
 2. Зробіть у ґрунті невелике заглиблення, Вливаючи в нього розчин метиленового синього, профільтруйте деяку його кількість через ґрунт. Переконайтеся, що фільтрат безбарвний, а метиленовий синій, який має позитивний заряд увібраний ґрунтом.
 3. Повторіть аналогічну операцію з розчином еозину – барвника, який має негативний заряд. Переконайтеся в тому, що еозин вільно проходить крізь ґрунт.
 4. Робимо висновки.
- Форма запису результатів.* Намалюйте схеми виконання роботи і взаємодії з ґрунтом.

Лабораторна робота № 16

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Мета роботи: оволодіти знаннями, уміннями та навичками, пов'язаними із визначенням рівня радіаційного забруднення навколишнього середовища.

Обладнання: дозиметр побутовий ИРД-0251; дозиметр Белла; дозиметр ЄКО|| або інші види дозиметрів.

Хід роботи

1. Ознайомитися з приладом та принципом роботи дозиметра. Підготувати прилад до роботи.
2. Встановити прилад у місці обстеження. Встановити перемикач режиму роботи в положення – мкВ/год, ввімкнути прилад. Встановити періодичність сигналу.
3. Через 25-30 с на цифровому табло отримайте дані, які відповідають потужності еквівалентної дози гамма-випромінювання, виражені у мікрозібертах за годину (мкВ/год) або мікрорентгенах за годину (мкР/год). Замірювання слід повторити 3-5 разів і взяти середнє значення із послідовних даних
4. Визначте радіаційний фон в аудиторії.
5. Обстежте приміщення щодо радіаційного забруднення. Проведіть декілька замірів радіаційного фону у будинку.

6. Результати обстежень занесіть у таблицю.

Таблиця

Рівень радіаційного забруднення території

Місце замірювання, № досліду	Дані приладу	Потужність дози		Середнє значення	
		мкВ/год	мкР/год	мкВ/год	мкР/год

Ступені опромінення людини

Доза опромінення	Наслідки опромінення
4,5 Зв (450 бер)	Тяжкий ступінь променевої хвороби
1,0 (100 бер)	Нижній рівень розвитку легкого ступеня променевої хвороби
0,75 Зв (75 бер)	Короточасні незначні зміни складу крові
0,30 Зв (30 бер)	Опромінення під час рентгеноскопії шлунку (місцеве)
0,10 Зв (10 бер)	Припустиме аварійне опромінення населення (разове)
0,005 Зв (500 мбер)	Припустиме опромінення населення за нормальних умов за рік
0,001 Зв (100 мбер)	Фонове опромінення за рік
0,0002-0,0005 Зв (2-5 мбер /рік)	При постійному тривалому щоденному перегляді телепередач

7. Робимо висновки.

Користуючись даними, наведеними у таблиці, зробіть висновки щодо рівня радіаційного фону обстежуваного приміщення.

Лабораторна робота № 17

ПРИСТОСУВАННЯ ОРГАНІЗМІВ ДО СЕРЕДОВИЩА ІСНУВАННЯ

Мета роботи: отримати уяву про пристосувальні можливості організмів до середовища існування; виявити механізми утворення пристосувань;

розвивати уміння щодо виявлення ознак пристосовуваності організмів.

Матеріали та обладнання: колекції комах; опудала птахів і ссавців; гербарні екземпляри рослин; фотографії та малюнки рослин і тварин.

Хід роботи

1. Уважно ознайомтесь із усіма об'єктами дослідження.
2. Визначте вид рослини або тварини, середовище існування і спосіб життя.
3. Назвіть особливості організму, які забезпечують пристосовуваність до відповідного середовища існування.
4. Визначте, які переваги набули рослини або тварини з появою названих пристосувань.
5. Отримані результати занести у таблицю.

Таблиця

Пристосовуваність організмів до середовища існування

Назва об'єкту	Середовище й умови існування	Назва адаптації	Риси пристосування	Біологічне значення пристосування

6. Робимо висновки.

Зробіть висновок про значення пристосування організмів до середовища. Поясніть, яким чином виникли певні пристосувальні ознаки.

Лабораторна робота № 18

ВПЛИВ УМОВ ІСНУВАННЯ НА РОЗВИТОК РОСЛИН

Мета роботи: ознайомити з впливом сукупності екологічних факторів на розвиток рослинних організмів.

Матеріали та обладнання: натуральні або гербарні екземпляри кульбаби лікарської; подорожника великого або інших рослин із різних місць існування (екземпляри затінених, відкритих, освітлених ділянок; екземпляри із лісопаркової та забруднених зон).

Хід роботи

1. Розгляньте усі підготовлені зразки рослин. Окремо проаналізуйте стан рослин із кожної зони. Схематично намалюйте загальну будову надземної і підземної частин рослин.

2. Визначте риси відмінності: а) загальний вигляд рослин; б) ступінь розвитку кореневої системи, в) розмір пагону, г) розміри листової пластини і ступінь її посіченості, д) кількість листків у прикореневій розетці, е) розмір квітконоса

3. Отримані результати спостережень, вимірювань, зіставлень занести у таблицю.

Таблиця

Порівняльна характеристика рослин з різних місць існування

Рослини з різних місць існування	Показники стану органів рослин			
	Загальний розмір рослини	Розміри окремих частин рослини	Розміри листової пластини і ступінь посіченості	Кількість листків

4. Робимо висновки.

За результатами проведених досліджень підготуйте звіт про стан рослин, з різних місць існування. Доведіть наявність безпосереднього зв'язку із зовнішнім виглядом рослин та станом середовища їхнього існування.

Лабораторна робота № 19

РОЗКЛАДАННЯ ОРГАНІЧНИХ РЕШТОК ГРУНТОВИМИ МІКРООРГАНІЗМАМИ

Мета роботи: в'яснити роль ґрунтової мікрофлори та абіотичних чинників у природних екосистемах.

Матеріали та обладнання: 12 глиняних горщиків діаметром 7 см; зразки рослинних решток; тканина із синтетичних волокон; чорнозем; кварцевий пісок; торф; клей; ножиці.

Хід роботи

1. Для проведення досліджень групу ділимо на 3 бригади. Перша бригада у якості субстрату використовує чорнозем, друга – кварцевий пісок, третя –

торф.

2. Готуємо етикетки на яких вказуємо: університет, № групи, № бригади, дата закладання, тип ґрунту, умови розкладання рослинних решток. Наклеюємо етикетку на горщик.

3. Дрібно нарізуємо рослинні рештки, загортаємо у тканину із синтетичного волокна (близько 1 г) і зав'язуємо.

4. Зважуємо рослинні рештки і записуємо дані на етикетки.

5. Наповнюємо необхідним ґрунтом чотири горщики до половини.

6. Рослинні рештки закладаємо у кожний горщик, присипаємо ґрунтом.

7. Змочуємо водою ґрунт в горщиках з тепло-вологими, холодно-вологими, тепло-вологими і холодно-сухими умовами.

8. Ставимо горщики у відповідні умови на 8 тижнів.

9. Через 8 тижнів дістаємо із горщиків синтетичну тканину із рослинними рештками.

10. Миємо зразки і висушуємо при кімнатній температурі.

11. Зважуємо рослинні рештки і знаходимо масу розкладу:

$$m_{\text{розк}} = m_1 - m_2,$$

де m_1 – вага зразка до закладання досліду; m_2 – вага зразка після розкладання, г.

12. Знаходимо відсоток розкладеної органічної речовини для всіх чотирьох умов за формулою:

$$X = (m_{\text{розк}} \cdot 100\%) / m_1.$$

13. Робимо висновки.

Даємо відповідь на питання: за яких умов та в якому ґрунті досліджувані зразки розкладаються найшвидше, а в яких найповільніше.

Лабораторна робота № 20

ВИВЧЕННЯ РОЛІ ПРОДУЦЕНТІВ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ

Мета роботи: вивчити роль продуцентів у природних екосистемах.

Матеріали та обладнання: скляні стакани; скляні палички; скляна пластинка; піпетка; пінцет; крохмаль; йод; спирт; електрична плитка; рослин (герань, бегонія).

Хід роботи

1. Зробимо пробу на крохмаль: наносимо розчин крохмалю на скляну пластинку. Додаємо краплю йоду – крохмаль забарвлюється в темно-синій колір.
2. Листок бегонії на добу до досліду обгорнути чорним папером і закріпити. На чорному папері вирізати фігурний отвір і виставити рослину на світло.
3. Зрізаємо листок і знімаємо чорний папір.
4. На водній бані підготувати киплячі розчини води і спирту.
5. Опускаємо листок у стакан із киплячою водою, а потім із киплячим спиртом. Листок знебарвлюється, хлорофіл розчиняється.
6. Знову опускаємо листок на 1-2 сек у киплячу воду, Щоб він розм'як.
7. Поміщаємо листок а скляну пластинку і змочуємо розчином йоду. Синій колір проявляється там, куди потрапило світло (фігурний отвір), решта частина листка залишається безбарвною.
8. Робимо висновки.

Лабораторна робота № 21

ОПИС ВИДОВОГО СКЛАДУ МІСЦЕВИХ ФІТОЦЕНОЗІВ

Мета роботи: з'ясувати залежність видового складу угруповань від місць зростання.

Матеріали та обладнання: визначники рослин; геометричне приладдя; зошити.

Хід роботи

Для вивчення рослинних угруповань під час польової практики (слід користуватися методом пробних ділянок, методом екологічних рядів і методом профільних ліній. Щоб мати уявлення про рослинний покрив якоїсь території, немає потреби вивчати всі асоціації; досить описати тільки найголовніші, які найчастіше зустрічаються, пов'язуючи їх з ґрунтом і рельєфом місцевості.

Описуючи асоціацію, спочатку з'ясовують її межі і ступінь однорідності. Найголовніші асоціації наносять на план місцевості, який слід підготувати перед виходом на практику.

Розміри пробних ділянок і кількість їх можуть бути різні залежно від типу рослинного угруповання і розміру асоціації, для луки – від 1 до 100 м², для лісу – 0,1-1,0 га.

Ділянку відмірюють за допомогою рулетки або шнура і на кутах її виставляють віхи.

Описувати площадки можна за такою схемою:

Географічний пункт. Екологічні умови місцевості – рельєф, ґрунт, зволоження, вплив тварин і людини. Дата. № ділянки.

Таблиця

Опис рослинного угруповання

№ п/п	Назва рослини	Ярус	Висота	Рясність	Покриття	Життєвість	Фенологічна фаза

У графі «Назва рослини» послідовно записують усі види рослин по ярусах, починаючи з верхнього, а в межах ярусів — починаючи з найбільш поширених (домінант). У трав'янистому покриві луків слід групувати рослини ще за їх господарським значенням: група злаків, осок, бобових, різнотрав'я.

Якщо назва рослини невідома, то її записують під номером, а після визначення в лабораторії номер розшифровують. У графі «Примітка» записують різні додаткові відомості про рослину.

Поряд з методом пробних ділянок для характеристики рослинного покриву широко користуються і методом екологічних рядів, який дає можливість охопити ряд асоціацій, генетично між собою зв'язаних і розміщених відповідно до зміни умов зростання. Якщо конкретні умови зростання рослин зіставити в порядку поступового наростання або зменшення будь-якого фактора, то виявиться, що рослини будуть розміщені в екологічному ряді. Прикладом екологічного ряду може бути розміщення рослин, які зростають на різній висоті якого-небудь схилу. У міру підняття від основи до вершини схилу зменшується насамперед зволоження ґрунту. За зміною чисельності (рясності) різних видів у різних місцях можна встановити, яке зволоження оптимальне для їх зростання. Екологічні ряди встановлюють і за іншими умовами зовнішнього середовища, наприклад за багатством ґрунту на мінеральні речовини, за засоленням, опідзоленням, заболоченням, освітленням, інтенсивністю випасання, віком вирубки, глибиною ґрунтових вод тощо.

Метод профільних ліній полягає в тому, що по всій досліджуваній території закладають профілі на відстані 0,1; 0,5; 1,0; 5 км один від одного залежно від розмірів угіддя і завдання дослідження. До профільних ліній додають опис пробних ділянок і контурні окреслення окремих асоціацій.

Метод пробних ділянок, екологічних рядів і профільних ліній доповнюють один одного і дають матеріал для складання карт рослинного покриву місцевості.

Схема опису геоботанічних ділянок

Рослинність лісу описують у такій послідовності:

I. Загальні відомості:

1) Назва лісництва і його адреса; 2) тип лісу; 3) рельєф; 4) ґрунт; 5) умови зволоження; 6) розмір пробної ділянки; 7) дата.

II. Рослинність деревна і кущова:

Видовий склад 1-го ярусу: фенофаза, число дерев на 1 га. характер розміщення.

Видовий склад 2-го ярусу: фенофаза, число дерев на 1 га. характер розміщення.

Видовий склад 3-го ярусу (підліска): фенофаза, число дерев на 1 га характер розміщення.

Підріст (видовий склад, вік, висота, стан, густина).

III. Рослинність трав'яниста:

Видовий склад 4-го ярусу (трави і напівкущі): фенофаза, рясність, покриття.

Видовий склад 5-го ярусу (мохи і лишайники): покриття, рясність.

Видовий склад і розміщення епіфітних рослин.

IV. Господарська характеристика лісу:

Пошкодження лісу хворобами і шкідниками.

Сліди діяльності людини (вирубубання, випасання худоби, дороги).

Перспективи використання лісу і план лісогосподарських заходів.

Видовий склад степових асоціацій описують приблизно за такою схемою:

1. Місце пробної ділянки.

2. Дата.

3. Рельєф і мікрорельєф.

4. Господарське використання.

Характеристику видів проводять по групах: 1) злаки; 2) осокові; 3) бобові; 4) різнотрав'я.

Луки описують за таким планом:

1. Кількість ярусів, висота кожного ярусу, видовий склад, покриття, рясність, фенофаза розвитку.

2. Характер кущіння злаків.

3. Наявність мохового покриву і ступінь його розвитку.

4. Наявність органічних решток і характер їх розкладання.

5. Склад ґрунту.

6. Догляд і господарське використання луки (сінокіс, випас).

7. Можливі заходи для поліпшення луки.

Для дослідження дернового процесу слід неглибоко копнути ґрунт і розглянути розміщення кореневої системи рослин та щільність дернини.

Кожний вид рослини, виявлений на ділянці, записують під певним номером. Під цим номером рослини гербаризують і описують. Невідомі рослини визначають пізніше в лабораторії.

Описуючи лучні асоціації на пробних ділянках, треба також зазначати:

1. Місце знаходження луки.

2. Дата.

3. Тип луки (заплавна, суходільна, низинна і т. д.).

4. Рельєф і мікрорельєф.

5. Ступінь зволоження луки (суха, свіжа, вогка, мокра).

Лабораторна робота № 22

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯРУСНОЇ СТРУКТУРИ ЛИСТЯНОГО ЛІСУ

Мета роботи: З'ясувати структуру типового листяного лісу та видову різноманітність, їх значення у стійкості угруповання.

Матеріали та обладнання: схема структури типового листяного лісу.

Хід роботи

1. З поданого нижче переліку рослинних організмів вибрати такі, що будуть утворювати п'ять ярусів: ярус деревних рослин (5-20 м), ярус кущів (2-5 м), ярус трав'янистих рослин (0-2 м), приземний ярус (на 3см від ґрунту), підстилка, (орний шар, підґрунтя). Клен гостролистий, дуб звичайний, липа дрібнолиста, терен, кизил, папороті, лишайники, мохи, трави, бузина, калина, ліщина, глід, підріст дерев, шипшина, крушина, брусниця, кислиця, калина звичайна, низькорослі трави.

2. З поданого нижче переліку тваринних організмів вибрати такі, що населяють розглянуті яруси. Мухи, жуки, славка, кропивниця, сниця-московка, павуки, чорний дрозд, зяблик, галка, сорока, комарі, метелики, оси, полівки, землерийки, лісові миші, косуля, сойка, дятел, повзик, личинки гусені п'ядуна дібровного, білка, мертві організми, дощові черви, личинки мух, жуки-могильники, жуки-гнойовики, мокриці, кліщі, нематоди, борсуки, лисиці. Звернути увагу на наявність представників царства грибів та їх роль.

3. Опишіть наявні зв'язки між усіма представниками даного угруповання.

4. Побудуйте можливі ланцюги живлення.

5. Поясніть, яке видова різноманітність впливає на стійкість угруповання.

6. Складіть схему функцій лісової екосистеми, використовуючи їх перелік: естетична, відтворювальна, енергетична, рекреаційна, водоохоронна, середовище існування

7. Робимо висновки.

Зробіть висновки щодо структури типового листяного лісу та його видової різноманітності. Обґрунтуйте значення видової різноманітності для стійкості лісової екосистеми.

Лабораторна робота № 23

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ НАСАДЖЕНЬ, ЯКІ РОСТУТЬ НА РІЗНИХ ДІЛЯНКАХ МІСТА

Мета роботи: оволодіти знаннями, вміннями і навичками, пов'язаними із визначенням стану рослин, що ростуть уздовж дороги, навколо підприємств, захищених зонах.

Матеріали та обладнання: секатор садовий; паперові пакети великого розміру; морилка для збору комах.

Хід роботи

В процесі роботи необхідно враховувати такі показники і параметри: напрям вулиці відносно сторін світу і рози вітрів; визначення сторони вулиці (сонячна, тіньова); ширина вулиці; наявність високих будинків з обох боків вулиці; наявність протягу між будинками (два останніх показники є особливо важливими, адже за умови щільної забудови та потужному автотранспортному навантаженні вулиць потоки газів і пилу, стикаючись зі стінами будинків, знову повертаються на зелені насадження й викликають підвищене ушкодження; підсилений протяг на перехрестях широких вулиць; наявність зупинок автобусів, автотранспорту, світлофорів на перехрестях, наближеність зелених насаджень до дороги (кількість рядків, номер ряду); вид насаджень; стійкість видів деревинних порід.

Оцінка стану зелених насаджень відбувається за такими показниками (необхідно враховувати стан не менш 10-15 екземплярів однієї породи деревини).

1. Фенологічний стан (фенофаза). Як правило, цей стан сильно відрізняється в забрудненій зоні і в парках.

2. Візуальне оцінювання хлорозної тканини (жовтіння тканини листа, внаслідок руйнування хлорофілу). До уваги беруть розташування пошкоджень

на дереві (відносно дороги, поверхні землі – нижня частина крони, середня частина та верх крони).

3. Зміни і відсоток краплинкової або крайової змін пігментації листя. Визначається наявність червоних, жовтих, синьо-фіолетових, синіх крапок і плям, які викликаються краплинами сірчаної або азотної кислот, солями важких металів.

4. Наявність некрозів (відмерлої тканини), їх відсоток відносно загальної поверхні листя. Типи некрозів: а) цятковий ; б) крайовий; в) міжжилковий; г) променевий (від жилок листа). Найчастіше більший відсоток ураженої тканини спостерігається безпосередньо біля жилок листа, ближче до черешка.

Цяткові некрози виникають внаслідок потрапляння на лист краплин сірчаної або азотної кислот під час смогу, туману або опадів у вигляді кислотних дощів. Крайові некрози є свідченням накопичення солей важких металів на краю листової пластинки; у такий спосіб пояснюється відмирання кінчиків хвоїнок.

Міжжилковий некроз виникає в процесі попадання у лист через пори дрібних краплин сірчаної кислоти або окислів сірки, які у цитоплазмі перетворюються у сірчану кислоту, яка є сильно гігроскопічною речовиною й досить швидко забирає вологу у вуглеводів, які утворюються у процесі фотосинтезу.

Утворення вільного вуглецю спалює частину листа, вільна рідина випаровується, вугілля вимивається опадами, наслідком чого є формування сухої коричневої тканини. Коли хлорози й некрози йдуть променями від жилки листа з поступовим збільшенням площі (це добре видно у каштана, клена), можна зробити припущення, що такі зміни викликані або надходженням токсичних розчинів із кореневої системи або великою концентрацією цих у ґрунтового розчині.

5. Визначення ступеня ураженості фіто- і ентомошкідниками. Секатором зрізають листя з різним ступенем ушкодження; збирають ентомошкідників у морилку, аби у подальшому більш детально розібратися з причиною ушкодження.

II. Стан зелених насаджень у зоні впливу різних підприємств здійснюється аналогічно. Збирають додатково дані щодо характеру і кількості атмосферних викидів того чи іншого підприємства, висоти труб, ймовірної відстані розсіювання забруднювачів, напряду вітру та інших факторів. Внаслідок проведеного дослідження і обміну інформацією, домашнє завдання; оформити дану роботу, враховуючи всі виявленні параметри, описати картину ураження і оцінити стійкість різних деревних порід у тих чи інших екологічних умовах, обґрунтувати причини виявлених ушкоджень.

Результати дослідження занести у таблицю.

Таблиця

Стан деревних порід в різних зонах забруднення території міста

Показники стану деревинних порід	Зони міста у районі підприємства (назва)	Захищені зони	Порівняльний аналіз
Фенологічний стан			
Візуальне оцінювання хлорозної тканини			
Зміни крайової пігментації листя			
Наявність некрозів			
Ступінь ураженості хворобами та шкідниками			

6. Робимо висновки.

Зробіть висновки щодо стану рослинності на вулицях міста і у лісопаркових зонах. Підготуйте звіт.

Лабораторна робота № 24

ВИВЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НІШІ ВИДУ

Мета роботи: сформулювати поняття про екологічну нішу виду, навчитися складати опис екологічної ніші за результатами спостережень та літературними даними; вивчити вплив екологічних факторів на досліджуваний вид організму

Матеріали та обладнання: гербарій різних видів рослин; колекції комах; опудала тварин; визначники рослин; комахи; довідники.

Хід роботи

1. Розгляньте підготовлені для роботи види рослин і тварин.
2. Складіть опис екологічної ніші цих видів за таким планом.

План опису рослин

- 1) Назва виду: його систематичне положення: відділ, клас, родина, рід, вид.
- 2) Морфологічні особливості: коренева система і ступінь її розвитку, пагін – тип розгалуження гілок; лист – тип листа, форма листової пластинки,

жилкування, розташування листків, розмір листової пластини (верхня і нижня межа); квітка – формула, тип суцвіття; плід – тип плоду.

3) Місце існування. Кліматичні фактори: температура (середня, мінімальна, максимальна), вологість, освітлення. Тип ґрунту. Які місця існування є найбільш сприятливими для цього виду: відкриті, закриті, рівнини, схили, гориста місцевість.

4) Фізіологічні особливості: час появи перших листків (сходів), час бутонізації, цвітіння (початок і тривалість); запилення – як відбувається, особливості, пристосовуваність до запилення; час утворення плодів, способи поширення плодів і насіння, пристосовуваність до поширення. Особливості вегетативного розмноження. Пристосовуваність до несприятливих умов. Сезонні явища виду.

5) Екологія виду. Положення виду у рослинному світі, інші близькородинні види у рослинному світі, конкуренція інших видів, її інтенсивність. Положення виду у ланцюгу харчування, якими тваринами використовується.

План опису тварин

1) Назва виду: його систематичне положення (тип, клас, загін, родина, рід, вид).

2) Морфологічні особливості: опис зовнішнього виду (характерні ознаки, розміри, спосіб пересування).

3) Фізіологія: особливості харчування, дихання, виділення, розмноження. Статева відмінність між особинами, особливості розвитку, піклування про потомство, середня тривалість життя, час настання статевої зрілості. Особливість поведінки: розвиток органів чуття, реакція на несприятливі фактори, види спілкування.

4) Середовище існування. Риси пристосування, спосіб життя.

5) Екологія виду. Місце існування тварини, взаємозв'язки з іншими видами, місце у ланцюгу харчування.

3. Результати дослідження занесіть у таблицю.

Таблиця

Екологічна ніша виду

Тварини					
Українська назва виду	Латинська назва виду	Місце існування	Морфологічні особливості	Фізіологічні особливості	Взаємозв'язки з іншими видами
Рослини					

4. Робимо висновки.

Зробить висновки щодо умов існування певного виду рослин та тварин, взаємозв'язки, які забезпечують існування виду у природних умовах,

Перелік рекомендованих інформаційних джерел

Основні

1. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища : навч. посіб. Суми : Університетська книга; Київ : Вид. дім «Княгиня Ольга», 2005. 302 с.
2. Гарбар Д.А., Гарбар О.В. Методичні рекомендації до лабораторних занять з дисципліни “Загальна екологія”. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2021. 72 с.
3. Злобін Ю.А., Кочубей Н.В. Загальна екологія : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2019. 416 с.
4. Кучерявий В.П. Загальна екологія : підручник. Львів : Світ, 2010. 520 с.
5. Потіш А.Ф., Медвідь В.Г., Гвоздецький О.Г. Екологія: теоретичні основи і практикум : навч. посіб. Львів: Новий світ, 2004. 320 с.
6. Одум Ю. Экология (в 2-х томах). Перевод с англ. Москва : Мир, 1986.
7. Юрченко Л. І. Екологія : навч. посіб. Київ : Професіонал, Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 304 с.

Додаткові

1. Агрофизические методы исследования почв. Москва : Наука, 1966. 259 с.
2. Агрохимические методы исследования почв. Москва : Наука, 1975. 656 с.
3. Біоіндикація. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт / А. І. Горова, А. В. Павличенко, О. О. Борисовська та ін. Донецьк : Національний гірничий університет, 2014. 76 с..
4. Воронов А.Г. Геоботаника. Учеб. пособ. Москва: Высш. шк., 1973. 384 с.
5. ГОСТ 2874–82. Вода питьевая. Методы анализа. // Москва : Изд-во стандартов, 1983. 285 с.
6. Державні стандарти правила і норми // Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання / МООЗ України. Наказ від 23.12.1996 р. № 383. 8 с.
7. Лабораторний практикум із загальної екології (та неоекології) : навч. посіб. / М. О. Клименко, А. М. Прищеп, І. М. Борщевська [та ін.]. Рівне : НУВГП, 2017. 273 с.
8. Лук'янова Л.Б. Екологія. Лабораторний практикум. Київ, 2006. 94 с.
9. Руководство по контролю загрязнения атмосферы «РД – 52.04.186-89». Москва, 1989. 459 с.
10. Яцула Г.С., Слободкин В.И., Береза В.Я. Санитарно-гигиенические методы исследования пищевых продуктов воды. Киев : Здоровья, 1991. 288 с.

Навчальне видання

**БАКАЛ Анатолій Петрович
ЛИТВИНЕНКО Юлія Іванівна
МОСКАЛЕНКО Микола Павлович**

ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ

Методичні вказівки до лабораторних робіт

Комп'ютерний набір і верстання – *А. П. Вакал*

Підг. до друку 30.06.2022.

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman

Папір офсетний, Друк офсетний. Ум. друк. арк. 1,71.

Ум. фарб.-відб. 1,71. Обл.-вид. арк. 1,92.

Тираж 50 пр. Вид. №

Виготовлено на обладнанні Сум ДПУ імені А. С. Макаренка

Адреса редакції, видавця та виготовлювача:

вул. Роменська, 87, м. Суми, 40002,

Сум ДПУ імені А. С. Макаренка

Свідоцтво про внесення до державного реєстру

суб'єктів видавничої справи:

Серія ДК № 231 від 02.11.2000.