

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ
СТЕФАНИКА

Факультет природничих наук
Кафедра лісового і аграрного менеджменту

Клід Віктор
Петрашук Ярослав

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ
«ЕКОЛОГІЯ ЛІСУ»

(для студентів за другим рівнем вищої освіти (магістерським) денної і заочної форми
навчання спеціальності Н4(Лісове господарство)

Івано-Франківськ - 2025

Методичні вказівки для проведення практичних занять за другим (магістерським) рівнем вищої освіти (для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності Н4 (Лісове господарство). Уклад. В.В.Клід, Я.В.Петрашук. Івано-Франківськ: НАІР, 2025 ст.36.

Рекомендації розробили:

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри лісового і аграрного менеджменту Карпатського національного університету імені Василя Стефаника Клід Віктор Васильович, викладач кафедри лісового і аграрного менеджменту Карпатського національного університету імені Василя Стефаника Петрашук Ярослав Васильович.

Рецензенти:

доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри лісового і аграрного менеджменту Карпатського національного університету імені Василя Стефаника Олійник Василь Степанович

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри біології та екології Карпатського національного університету імені Василя Стефаника Гнезділова Вікторія Ігорівна

Методичні вказівки схвалені на засіданні кафедри лісового і аграрного менеджменту факультету природничих наук Карпатського національного університету імені Василя Стефаника (протокол № 10 від 26 червня 2025 року).

Методичні вказівки затверджені і рекомендовані до використання у навчальному процесі Вченою радою факультету природничих наук Карпатського національного університету імені Василя Стефаника (протокол № від серпня 2025 року).

Зміст

ВСТУП	4
1.1. Мета і завдання курсу	4
1.2. Організація роботи студентів під час практичних і самостійних занять.....	5
2. Методичні вказівки до практичної роботи	8
2.1. Практичне заняття 1. Оцінка біотичного різноманіття лісових екосистем	8
2.2. Практичне заняття 2. Структура та динаміка лісових насаджень.....	12
2.3. Практичне заняття 3. Ґрунти лісових екосистем та їхня роль.....	13
2.4. Практичне заняття 4. Водний режим лісових ландшафтів	21
2.5. Практичне заняття 5. Взаємодії в лісових екосистемах (трофічні зв'язки, конкуренція, симбіоз.....	25
2.6. Практичне заняття 6. Вплив антропогенних факторів на лісові екосистеми	29
3. Контрольні питання та завдання для самоперевірки	33
4. Список використаної літератури	34

ВСТУП.

Екологія лісу — це наука, яка вивчає **взаємозв'язки між лісовими організмами (рослинами, тваринами, мікроорганізмами) та їхнім середовищем існування**, а також **процеси, що відбуваються в лісових екосистемах**. Вона охоплює широкий спектр питань, від функціонування окремого дерева до динаміки та взаємодії лісових ландшафтів у глобальному масштабі.

Ліс є однією з найскладніших і найважливіших екосистем на Землі, що відіграє критичну роль у підтримці життя.

Основні напрямки дослідження в екології лісу включають:

- **Структура лісових екосистем:** Вивчення вертикальної (яруси) та горизонтальної (мозаїчність) організації лісу, вікової, діаметральної та видової структури деревостанів. Розуміння ролі різних елементів, таких як мертва деревина, для біорізноманіття.
- **Функціонування лісових екосистем:** Дослідження процесів, що відбуваються в лісі, таких як фотосинтез, дихання, кругообіг води, поживних речовин (азоту, фосфору, вуглецю) та енергії. Взаємодія лісу з атмосферним повітрям та ґрунтом.
- **Динаміка лісових екосистем:** Вивчення природних змін у лісі з часом, включаючи сукцесії (первинні та вторинні), процеси природного поновлення, а також вплив природних порушень (пожежі, вітровали, шкідники та хвороби) на розвиток лісових насаджень.
- **Взаємодії між організмами:** Аналіз складних біотичних взаємодій, таких як конкуренція, симбіоз (наприклад, мікориза), хижацтво, паразитизм, та їхній вплив на стабільність і продуктивність лісу.
- **Ліс та середовище:** Дослідження впливу абіотичних факторів (клімат, ґрунт, рельєф) на розподіл та ріст лісових формацій, а також зворотний вплив лісу на ці фактори (мікроклімат, ґрунтоутворення, водний режим).
- **Біогеохімічні цикли:** Роль лісових екосистем у глобальних циклах вуглецю, азоту та води, їхній внесок у регуляцію клімату планети.
- **Антропогенний вплив та охорона лісів:** Оцінка впливу діяльності людини (рубки, забруднення, фрагментація, рекреація) на лісові екосистеми та розробка стратегій сталого лісочористування, збереження біорізноманіття та відновлення деградованих лісів. Це включає питання екологічної експертизи та Оцінки Впливу на Довкілля (ОВД).

Екологія лісу є **міждисциплінарною наукою**, яка тісно пов'язана з лісівництвом, ґрунтознавством, гідрологією, кліматологією, ботанікою, зоологією та мікробіологією. Розуміння принципів екології лісу є ключовим для ефективного управління лісовими ресурсами, збереження природних екосистем та протидії змінам клімату.

1.1. Мета і завдання курсу.

Основна мета практичних занять полягає у **формуванні у студентів комплексного уявлення про ліс як складну, динамічну екосистему та розвиток навичок її екологічної оцінки та аналізу**. Це передбачає:

1. **Поглиблення теоретичних знань:** Закріплення та візуалізація теоретичного матеріалу, вивченого на лекціях, через безпосереднє спостереження та роботу з реальними даними.

2. **Розвиток практичних навичок:** Набуття вмінь та навичок польових досліджень, таких як закладання пробних площ, вимірювання таксаційних показників, опис ґрунтових профілів, збір біологічних зразків, використання спеціалізованого обладнання.

3. **Формування аналітичного мислення:** Навчання аналізувати зібрані дані, інтерпретувати екологічні закономірності, виявляти причинно-наслідкові зв'язки та робити обґрунтовані висновки.

4. **Виховання екологічної свідомості:** Усвідомлення важливості лісових екосистем, їхньої вразливості до антропогенних впливів та необхідності сталого управління і збереження.

5. **Підготовка до професійної діяльності:** Отримання базових навичок, необхідних для майбутньої роботи у сфері лісового господарства, природокористування, екологічної оцінки та наукових досліджень.

Для досягнення зазначеної мети, практичні заняття ставлять перед собою наступні **завдання**:

1. **Навчитися визначати та кількісно оцінювати біотичне різноманіття** лісових екосистем на різних рівнях (видове багатство флори та фауни) та розраховувати відповідні індекси.
2. **Вивчити основні структурні елементи лісового насадження** (вікова, висотна, діаметральна структура, ярусність) та проаналізувати їхні зміни у часі (динаміка, природне поновлення, роль мертвої деревини).
3. **Ознайомитися з основними типами лісових ґрунтів**, їхніми фізичними та хімічними властивостями, навчитися закладати ґрунтові розрізи та оцінювати вплив лісової підстилки на ґрунтові процеси.
4. **Дослідити роль лісу у регуляції водного балансу території**, виміряти кількість опадів під наметом лісу, оцінити водопроникність ґрунту та проаналізувати кореневі системи дерев з точки зору їхньої вологорегулюючої функції.
5. **Ідентифікувати різні типи біотичних взаємодій** між організмами в лісі (конкуренція, симбіоз, хижацтво, паразитизм) та навчитися визначати трофічні рівні і будувати харчові ланцюги.
6. **Проаналізувати різні види антропогенного впливу на ліс** (рекреація, забруднення, фрагментація, рубки) та оцінити їхні екологічні наслідки для лісових екосистем.
7. **Розвинути навички проведення екологічної експертизи та Оцінки Впливу на Довкілля (ОВД)** лісогосподарських заходів, виявляти потенційні екологічні ризики та розробляти рекомендації щодо зменшення негативного впливу.
8. **Оволодіти навичками роботи з польовим обладнанням**, збору та систематизації емпіричних даних, їхнього статистичного аналізу та графічної візуалізації.
9. **Навчитися готувати та презентувати результати** проведених досліджень, формулювати обґрунтовані висновки та рекомендації.

Виконання цих завдань дозволяє студентам не просто отримати знання про ліс, а й стати активними дослідниками, здатними аналізувати екологічні проблеми та пропонувати шляхи їхнього вирішення у контексті сталого лісокористування.

1.2. Організація роботи студентів під час практичних занять.

Практичні заняття з курсу "Екологія лісву" є ключовим елементом для закріплення теоретичних знань та розвитку необхідних навичок. Оскільки праліси часто знаходяться у віддалених, важкодоступних місцях, організація таких занять вимагає ретельного планування

та врахування логістики. Основний акцент має бути зроблений на польових дослідженнях та роботі з реальними даними.

1. Підготовчий етап

- **Теоретична база:** Перед поїздкою в поле, студенти повинні мати ґрунтовні теоретичні знання з теми заняття. Це може бути досягнуто через лекції, самостійне опрацювання матеріалів, читання наукових статей та попереднє обговорення завдань.
- **Інструктаж з безпеки:** Обов'язковий детальний інструктаж щодо правил безпеки в лісі, особливо в гірській місцевості (якщо це Карпати), поведінки з дикими тваринами, першої допомоги.
- **Ознайомлення з методиками:** Детальний розбір методик, які будуть застосовуватися під час заняття (наприклад, закладання пробних площ, опис фітоценозів, таксація дерев, збір зразків ґрунту чи рослин).
- **Розподіл на групи та ролей:** Студентів доцільно розділити на невеликі групи (3-5 осіб), кожна з яких матиме свої чітко визначені ролі (наприклад, відповідальний за записи, вимірювання, фотофіксацію, координацію). Це підвищує відповідальність та ефективність роботи.
- **Підготовка обладнання:** Перевірка та збір необхідного обладнання:
 - **Для навігації:** GPS-навігатори, компаси, карти місцевості.
 - **Для вимірювань:** Висотоміри (від оптичних до лазерних), бусолі, рулетки, клінометри, штангенциркулі для вимірювання діаметра.
 - **Для фіксації:** Блокноти, ручки, олівці, фотоапарати, смартфони з відповідними додатками для збору даних.
 - **Спеціалізоване:** Лупи, гербарні преси, пакети для зразків ґрунту/рослин, ґрунтові бури (залежно від теми).
 - **Засоби індивідуального захисту:** Аптечка, питна вода, перекус, засоби від комах, відповідний одяг та взуття.

2. Польова робота (практичне заняття)

Це найважливіша частина, де студенти застосовують знання на практиці.

- **Введення на місцевості:** На початку заняття викладач має провести короткий вступ безпосередньо на ділянці, нагадати про цілі, завдання та особливості конкретного місця.
- **Закладання пробних площ/маршрутів:** Студенти під керівництвом викладача закладають пробні площі або прокладають маршрути для обліку, згідно з визначеними методиками.
- **Збір даних:** Активне збирання даних:
 - **Ботанічний опис:** Визначення видового складу рослинності (дерева, чагарники, трав'яний покрив, мохи, лишайники), їхнє проєктивне покриття.
 - **Таксаційні показники:** Вимірювання діаметрів, висот, визначення віку дерев (за кернами, якщо це дозволено), оцінка життєвості.
 - **Структура деревостану:** Визначення ярусності, вікової структури, наявності мертвої деревини (стоячої, лежачої).
 - **Опис ґрунту:** За потреби – опис ґрунтового профілю, відбір зразків.
 - **Опис фауни (опосередковано):** Фіксація слідів життєдіяльності тварин, фотопастки (якщо є).
 - **Фото- та відеофіксація:** Документування ключових елементів екосистеми.

- **Взаємодія в групах:** Заохочення до активної взаємодії між членами групи, обговорення результатів, спільне розв'язання проблем, які виникають під час вимірювань.
- **Контроль викладача:** Постійний контроль з боку викладача, надання консультацій, виправлення помилок, перевірка правильності вимірювань та записів.
- **Обговорення на місці:** Коротке обговорення отриманих даних та перших висновків безпосередньо на ділянці, поки все ще "свіже" у пам'яті.

3. Аналітичний та презентаційний етап

Після польової роботи студенти мають опрацювати зібрані дані.

- **Обробка даних:**
 - **Узагальнення:** Систематизація та узагальнення зібраних даних (таблиці, графіки).
 - **Статистичний аналіз:** Обробка кількісних даних за допомогою відповідного програмного забезпечення (наприклад, Excel, R, Statistica).
 - **Геопросторовий аналіз:** Використання ГІС-технологій для відображення даних на карті (якщо це було частиною завдання).
- **Підготовка звіту/презентації:** Кожна група готує звіт або мультимедійну презентацію за результатами своєї роботи. Звіт повинен включати:
 - Вступ (мета, завдання).
 - Опис об'єкта дослідження.
 - Методики дослідження.
 - Результати та їх обговорення.
 - Висновки та рекомендації.
 - Фотоматеріали, карти, графіки.
- **Презентація та обговорення:** Презентація результатів кожною групою перед усією аудиторією. Це дозволяє студентам порівняти дані, отримані на різних ділянках (якщо їх було декілька), обговорити відмінності та спільні риси, розвинути навички публічних виступів та критичного мислення.
 - **Оцінювання:** Оцінювання відбувається на основі:
 - Активності під час польової роботи.
 - Якості зібраних даних.
 - Глибини аналізу та обробки інформації.
 - Якості підготовленого звіту/презентації.
 - Здатності відповідати на питання та брати участь в дискусії.

4. Особливості та рекомендації.

- **Реалістичність завдань:** Завдання повинні бути реалістичними для виконання в обмежений час та з урахуванням погодних умов.
- **Гнучкість:** Бути готовим до зміни плану через непередбачені обставини (погода, доступність ділянки).
- **Міждисциплінарність:** Заохочувати студентів використовувати знання з інших дисциплін (грунтознавство, геоботаніка, зоологія).

- **Використання сучасних технологій:** Активне застосування GPS, мобільних додатків для ідентифікації видів, картографічних сервісів.
- **Етичні аспекти:** Наголосити на дбайливому ставленні до природи, мінімізації впливу на пралісову екосистему під час дослідження.

Така організація практичних занять дозволяє не тільки засвоїти матеріал, але й розвинути практичні навички, критичне мислення та командну роботу, що є надзвичайно важливим для майбутніх фахівців у галузі охорони природи та лісового господарства.

2. Методичні вказівки до практичної роботи.

Практична заняття №1. "Оцінка біотичного різноманіття лісових екосистем".

Це практичне заняття має на меті навчити студентів визначати та кількісно оцінювати біотичне різноманіття в лісових екосистемах. Воно поєднує польову роботу зі збору даних та аудиторну роботу з їхнього аналізу.

Мета: Навчитися визначати та кількісно оцінювати видове різноманіття флори (дерева, чагарники, трав'яний покрив, мохи) та фауни (сліди життєдіяльності, видове багатство) на типових лісових ділянках.

Завдання: Закладання пробних площ, ідентифікація видів, визначення видової насиченості та показників біорізноманіття (наприклад, індекс Шеннона, Сімпсона).

Алгоритм проведення заняття:

1. Підготовчий етап (Аудиторія).

1.1. Теоретичний огляд:

Повторення понять: Короткий повтор визначень **біотичного різноманіття, видового багатства, видового вирівнювання (рівномірності)**.

Індикатори біорізноманіття: Обговорення основних індикаторів та індексів біорізноманіття (наприклад, **індекс Шеннона, індекс Сімпсона, індекс Маргалефа, індекс Піелу**). Пояснення їхнього значення та формул розрахунку.

Структурні елементи лісу: Розгляд важливості різних ярусів лісу (деревний, чагарниковий, трав'яно-моховий) та елементів (мертва деревина, дуплясті дерева) для біорізноманіття.

1.2. Методика польових досліджень:

Вибір та закладання пробних площ: Пояснення принципів вибору локації (наприклад, типові ділянки, репрезентативність) та методики закладання пробних площ (ПП). Для лісових екосистем часто використовують ПП квадратної або круглої форми, розміром 100-500 м² для деревної рослинності, та менші суб-площі для чагарникового і трав'яно-мохового покриву (наприклад, 10 м² та 1 м² відповідно).

Опис ярусів: Детальний інструктаж щодо опису кожного ярусу:

Деревний ярус: Визначення видового складу дерев, вимірювання діаметрів на висоті 1.3 м (Д1.3), оцінка висоти, життєвості, наявність пошкоджень, участь у складі (в балах або відсотках).

Чагарниковий ярус: Визначення видового складу, проективного покриття (у відсотках).

Трав'яно-моховий ярус: Визначення видового складу, проективного покриття (у відсотках) кожного виду.

Мертва деревина: Облік кількості, розмірів та стадії розкладу мертвої деревини.

Сліди життєдіяльності фауни: Інструктаж щодо фіксації слідів тварин (нори, сліди, послід, пір'я, погризи).

Документування: Пояснення важливості точного заповнення польових щоденників, використання фото- та GPS-фіксації.

1.3. Безпека та обладнання:

Інструктаж з техніки безпеки: Обов'язкове обговорення правил поведінки в лісі (орієнтація, захист від комах/кліщів, перша допомога, зв'язок).

Перелік обладнання: Демонстрація та перевірка необхідного обладнання: рулетки (30-50 м), компаси, GPS-навігатори (або смартфони з відповідними додатками), висотоміри, дендрометри, польові щоденники/блокноти, ручки, олівці, фотоапарати, гербарні преси, пакети для зразків, аптечка, питна вода.

1.4. Розподіл на групи та завдання:

Студенти діляться на невеликі групи (3-5 осіб). Кожна група отримує чітко визначені ролі (наприклад, "таксатор", "ботанік", "реєстратор", "GPS-оператор", "фотограф").

2. Польовий етап (4-6 годин, залежно від кількості ПП та доступності).

Виїзд на обрану лісову ділянку.

2.1. Введення на місцевості:

Викладач проводить короткий вступ, орієнтує студентів на місцевості, нагадує про завдання та особливості конкретної ділянки.

2.2. Закладання пробної площі (ПП):

Кожна група закладає свою ПП згідно з інструкцією (наприклад, квадрат 20x20 м або коло радіусом 11.28 м). Використовують рулетки, компаси/GPS для точного визначення меж.

Фіксація координат: Запис GPS-координат центру або кутів ПП.

2.3. Збір даних на ПП:

Деревний ярус:

Облік всіх дерев, що потрапили на ПП (для малих дерев можна використовувати менші суб-площі).

Ідентифікація виду кожного дерева.

Вимірювання **діаметра на висоті грудей** (Д1.3) за допомогою дендрометра або рулетки.

Оцінка **висоти** (за допомогою висотоміра).

Визначення **життєвості** (наприклад, за 5-бальною шкалою) та наявності видимих пошкоджень (шкідники, хвороби).

Облік **мертвої деревини**: вимірювання діаметрів та довжин повалених стовбурів, оцінка стадії розкладу (наприклад, 5 стадій), облік стоячої сухостійної деревини.

Чагарниковий ярус:

На менших суб-площах (наприклад, 10x10 м) ідентифікація видів чагарників.

Оцінка **проективного покриття** кожного виду (у відсотках).

Трав'яно-моховий ярус:

На ще менших суб-площах (наприклад, 1x1 м, декілька на ПП) ідентифікація видів трав'янистих рослин та мохів.

Оцінка **проективного покриття** кожного виду.

Збір зразків для гербарію (за потреби та дозволу).

Сліди життєдіяльності фауни: Фіксація всіх помічених слідів (відбитки лап, нори, місця харчування, послід, гнізда, залишки їжі). Запис виду тварини (якщо можливо) та характеру сліду.

Заповнення польового щоденника: Всі дані ретельно та розбірливо вносяться у таблиці польового щоденника.

Фотофіксація: Фотографування ПП, типових видів, цікавих знахідок (мертва деревина, сліди фауни).

2.4. Попередній аналіз та обговорення:

На завершення польової роботи кожна група коротко представляє зібрані дані.

Обговорення перших вражень, труднощів, несподіваних знахідок.

Викладач перевіряє повноту та якість заповнення польових щоденників.

3. Аналітичний та презентаційний етап (Аудиторія/Комп'ютерний клас)

Цей етап передбачає обробку та інтерпретацію зібраних даних.

3.1. Введення та систематизація даних:

Введення всіх зібраних даних з польових щоденників у електронні таблиці (наприклад, Excel).

Систематизація даних за ярусами, видами, показниками.

3.2. Розрахунок показників біорізноманіття:

Використання формул для розрахунку індексів **видового багатства** (наприклад, кількість видів на ПП), **індексу Шеннона** ($H' = -\sum_{i=1}^S (p_i \cdot \ln p_i)$), **індексу Сімпсона** ($D = 1 / \sum_{i=1}^S p_i^2$) для кожного ярусу та для всієї ПП.

Розрахунок **видового вирівнювання** (наприклад, індекс Піелу $J = H' / H_{\max}'$).

3.3. Аналіз структури:

Побудова гістограм розподілу дерев за діаметрами та висотами.

Візуалізація ярусної структури.

Розрахунок об'єму мертвої деревини (якщо збиралися відповідні дані).

3.4. Інтерпретація результатів:

Обговорення отриманих значень індексів біорізноманіття. Що вони означають для цієї ділянки лісу?

Порівняння даних з різних ПП (якщо їх було декілька) або з літературними даними для аналогічних типів лісів.

Аналіз взаємозв'язків між структурними елементами лісу та біорізноманіттям (наприклад, вплив мертвої деревини на видове багатство грибів та комах).

Зіставлення виявлених слідів фауни з умовами середовища.

3.5. Підготовка звіту/презентації:

Кожна група готує звіт або мультимедійну презентацію, що містить:

Вступ: Мета, завдання, опис об'єкта дослідження (локація, загальна характеристика).

Методика: Опис використаних методів збору та аналізу даних.

Результати: Представлення даних у вигляді таблиць, графіків, діаграм (наприклад, гістограми діаметрів, кругові діаграми видового складу, значення індексів).

Обговорення: Інтерпретація результатів, висновки про рівень біорізноманіття дослідженої ділянки, фактори, що на нього впливають, порівняння з іншими ділянками/даними.

Висновки: Коротке узагальнення.

Фотоматеріали.

3.6. Презентація та обговорення:

Кожна група представляє свої результати перед аудиторією.

Спільне обговорення, питання від викладача та інших студентів, дискусія щодо розбіжностей у даних та їхніх причин.

Очікувані результати

Після цього практичного заняття студенти повинні:

Вміти закладати пробні площі та збирати первинні дані про біотичне різноманіття лісу.

Знати основні методи визначення видового складу та кількісної оцінки біорізноманіття.

Вміти розраховувати та інтерпретувати базові індекси біорізноманіття.

Розуміти взаємозв'язки між структурними елементами лісу та його біорізноманіттям.

Розвинути навички командної роботи, аналізу даних та публічної презентації.

Цей алгоритм забезпечує всебічне вивчення теми та формування практичних навичок, що є основою для подальшого вивчення екології лісу.

Практичне заняття №2. " Структура та динаміка лісових насаджень ".

Це практичне заняття призначене для глибокого вивчення **структури лісових насаджень** та розуміння **динаміки їхнього розвитку**. Воно поєднує польові методи збору даних із подальшим аудиторним аналізом та візуалізацією, дозволяючи студентам зрозуміти, як ліс змінюється з часом.

Мета: Вивчити основні структурні елементи лісового насадження та їхні зміни у часі.

Завдання: Визначення вікової, висотної та діаметральної структури деревостану, оцінка ярусності лісу, наявність та роль мертвої деревини (стоячої та лежачої), аналіз динаміки природного поновлення.

Алгоритм проведення заняття:

1. Підготовчий етап (Аудиторія)

Цей етап забезпечує необхідну теоретичну базу та організаційну підготовку до польової роботи.

1.1. Теоретичний блок:

Повторення понять: Короткий огляд ключових термінів: **лісове насадження, деревостан, ярусність, вікова структура, діаметральна структура, висотна структура, мертва деревина** (стояча, лежача), **природне поновлення**.

Динаміка лісу: Обговорення концепцій лісової сукцесії, стадій розвитку лісу (молодняк, жердняк, пристигаючий, стиглий, перестійний) та ролі природних порушень (вітрами, сніголами, всихання).

Значення структурних елементів: Пояснення екологічної ролі кожного структурного елементу, особливо мертвої деревини та природного поновлення.

1.2. Методика польових досліджень:

Вибір та закладання пробних площ (ПП): Пояснення принципів вибору репрезентативних ділянок лісу (наприклад, з різним віком, типом лісу). Детальне роз'яснення методики закладання ПП (розміри, форма, орієнтація). Для аналізу структури часто використовують квадратні ПП розміром 50х50 м або 100х100 м, залежно від віку та щільності деревостану.

Методи вимірювань: Демонстрація та роз'яснення використання інструментів:

Визначення віку дерев: Принцип буріння віковим буром (якщо це дозволено та є відповідні дозволи на ділянці) або оцінка віку за загальними ознаками.

Вимірювання діаметра на висоті 1.3 м (Д1.3): Використання мірної вилки або рулетки.

Вимірювання висоти: Використання висотомірів (нівелір, висотомір Блюме-Лейса, електронні висотоміри).

Оцінка ярусності: Візуальна оцінка та фотофіксація.

Облік мертвої деревини: Методи вимірювання розмірів та оцінки стадій розкладу лежачої деревини; облік стоячих сухостійних дерев.

Облік природного поновлення: Закладання малих суб-площ (наприклад, 1х1 м або 2х2 м) для обліку підросту та самосіву.

1.3. Безпека та обладнання:

Інструктаж з техніки безпеки: Наголос на безпеці під час роботи в лісі, особливо при використанні вимірювальних інструментів та русі по пересіченій місцевості.

Комплектація обладнання: Перевірка наявності та справності: рулетки (20-50 м), мірні вилки, висотоміри, віковий бур (за наявності), компаси, GPS-навігатори, польові щоденники/планшети для запису, олівці, фотоапарати, засоби першої допомоги.

1.4. Розподіл на групи та ролі:

Студенти діляться на групи (3-5 осіб), кожній групі призначаються конкретні ролі: "лісовпорядник" (відповідальний за вимірювання Д1.3 та висот), "реєстратор" (запис даних), "спеціаліст з поновлення" (облік підросту), "спеціаліст з мертвої деревини", "фотограф/навігатор".

2. Польовий етап (4-6 годин, залежно від розміру ПП та щільності насадження)

Безпосередня робота на обраній лісовій ділянці.

2.1. Вступ на об'єкті:

Викладач проводить короткий вступ на обраній ділянці лісу, вказує на її типові особливості, що стосуються теми заняття.

Визначення меж ПП за допомогою рулеток та компаса/GPS.

Фіксація GPS-координат ПП.

2.2. Збір даних по деревній рослинності (основний деревостан):

Повний перелік: Кожна група обходить свою ПП, реєструючи ВСІ дерева, що потрапили в її межі.

Визначення виду: Ідентифікація кожного дерева до виду.

Вимірювання Д1.3: Точне вимірювання діаметра на висоті 1.3 м.

Вимірювання висоти: Вимірювання висоти для вибраної частини дерев (наприклад, кожне 5-те дерево або репрезентативні зразки за класами діаметрів).

Оцінка віку: Для 1-2 репрезентативних дерев кожного виду, за можливості, відбір кернів віковим буром та визначення віку. Для інших дерев – оцінка за таксаційними таблицями або візуально.

Фіксація пошкоджень: Запис про наявність видимих пошкоджень (вітровал, пошкодження шкідниками, хворобами).

2.3. Облік ярусності та природного поновлення:

Ярусність: Візуальна оцінка та опис ярусної структури лісу (кількість ярусів, їхня висота, склад).

Природне поновлення: Закладання декількох малих суб-площ (1x1 м або 2x2 м) всередині основної ПП. Облік кількості та видового складу підросту (молоді дерева до 1-2 м висоти) та самосіву (сіянці). Оцінка їхнього стану.

2.4. Облік мертвої деревини:

Лежача мертва деревина: Вимірювання довжини та діаметра стовбурів, що лежать на землі. Оцінка стадії розкладу (наприклад, 5-бальна шкала).

Стояча мертва деревина: Облік сухостійних дерев (вітровал, сухостій), вимірювання Д1.3 та висоти, оцінка стадії руйнування.

2.5. Документування:

Всі дані ретельно вносяться у польові щоденники (таблиці).

Фотографування характерних особливостей насадження (різновіковість, великі дерева, мертва деревина, поновлення).

2.6. Коротке обговорення на місці:

Кожна група представляє викладачу зібрані дані. Обговорення перших спостережень, типових та нетипових рис насадження, потенційних проблемних моментів.

3. Аналітичний та презентаційний етап (Аудиторія/Комп'ютерний клас, 4-6 годин)

Обробка та візуалізація зібраних даних для розуміння структури та динаміки.

3.1. Введення та систематизація даних:

Перенесення всіх зібраних даних з польових щоденників в електронні таблиці (Excel, Google Sheets).

Систематизація даних за видами, діаметрами, висотами.

3.2. Аналіз та візуалізація структури деревостану:

Діаметральна структура: Побудова гістограм розподілу дерев за класами діаметрів. Аналіз форми розподілу (дзвіноподібний, обернений J-подібний та ін.) та його значення для динаміки насадження.

Висотна структура: Побудова гістограм розподілу дерев за класами висот.

Вікова структура: Побудова графіків розподілу дерев за віковими класами (якщо дані про вік були зібрані).

Ярусність: Створення схематичних профілів насадження (схематичний розріз лісу з позначенням ярусів та видів).

Склад деревостану: Розрахунок частки кожного виду у складі насадження (за запасом, кількістю).

3.3. Аналіз мертвої деревини:

Розрахунок об'єму мертвої деревини ($\text{м}^3/\text{га}$) для стоячої та лежачої фракцій.

Аналіз розподілу мертвої деревини за стадіями розкладу.

Обговорення її екологічної ролі для біорізноманіття та кругообігу речовин.

3.4. Аналіз природного поновлення:

Розрахунок щільності підросту/самосіву (кількість шт./га) за видами.

Оцінка успішності природного поновлення.

Аналіз відповідності складу поновлення складу основного насадження.

3.5. Інтерпретація динаміки:

На основі отриманих даних зробити висновки про поточну стадію розвитку насадження (молодняк, стиглий, перестійний).

Прогнозування майбутніх змін у структурі насадження з урахуванням наявного поновлення та мертвої деревини.

Виявлення ознак природних порушень та їхнього впливу на структуру.

3.6. Підготовка звіту/презентації:

Кожна група готує звіт або презентацію, що містить:

Вступ: Мета, завдання, опис дослідженої ділянки.

Методика: Детальний опис проведених вимірювань та обліків.

Результати: Представлення всіх графіків, діаграм, таблиць з числовими даними та розрахунками.

Обговорення: Детальний аналіз отриманих структурних показників, їхня інтерпретація з точки зору екології лісу та динаміки розвитку.

Висновки: Узагальнення ключових знахідок та прогноз розвитку насадження.

Фотоматеріали.

3.7. Презентація та обговорення:

Презентація результатів кожною групою.

Спільне обговорення, порівняння результатів з різних ПП (якщо їх було декілька), дискусія щодо відмінностей та їхніх причин.

Викладач надає зворотний зв'язок та підводить підсумки заняття.

Очікувані результати

Після цього практичного заняття студенти повинні:

Вміти самостійно закладати пробні площі та проводити таксаційні вимірювання.

Збирати та систематизувати дані про структуру лісового насадження.

Розраховувати та інтерпретувати показники вікової, висотної та діаметральної структури.

Оцінювати роль мертвої деревини та природного поновлення у динаміці лісової екосистеми.

Розуміти принципи лісової сукцесії та вплив природних факторів на структуру лісу.

Розвинути навички аналізу, візуалізації даних та командної роботи.

Цей алгоритм дозволяє студентам отримати глибоке практичне розуміння складності та динамічності лісових екосистем, що є основою для подальшого вивчення лісівництва та екології.

Практичне заняття №3. «Ґрунти лісових екосистем та їхня роль».

Це практичне заняття має на меті надати студентам практичний досвід у дослідженні **лісових ґрунтів**, розумінні їхніх **властивостей** та **ключової ролі** у функціонуванні лісових екосистем. Заняття поєднує польові методи закладання та опису ґрунтових розрізів з лабораторним аналізом зібраних зразків.

Мета: Ознайомитися з основними типами лісових ґрунтів, їхніми властивостями та роллю у функціонуванні лісових екосистем.

Завдання: Закладання ґрунтових розрізів, опис морфологічних особливостей ґрунту, відбір зразків для лабораторного аналізу (рН, механічний склад, вміст гумусу), оцінка впливу лісової підстилки на ґрунтові процеси.

Алгоритм проведення заняття:

1. Підготовчий етап (Аудиторія/Лабораторія)

Якісна підготовка є основою для успішного польового дослідження.

1.1. Теоретичний огляд:

Повторення понять: Короткий огляд основних понять: **ґрунт**, **ґрунтовий профіль**, **ґрунтові горизонти** (лісова підстилка, гумусовий, елювіальний, ілювіальний, материнська порода), **лісова підстилка** та її типи, **ґрунтоутворні породи**.

Властивості ґрунту: Обговорення ключових **фізичних** (механічний склад, структура, щільність, водопроникність), **хімічних** (рН, вміст гумусу, елементи живлення) та **біологічних** (ґрунтова фауна та мікрофлора) властивостей ґрунту.

Роль ґрунту в екосистемі: Пояснення значення ґрунту для росту лісової рослинності, кругообігу речовин, водного режиму, біорізноманіття.

Класифікація ґрунтів: Короткий огляд основних типів лісових ґрунтів України (наприклад, дерново-підзолисті, буроземи, сірі лісові).

1.2. Методика польових досліджень:

Вибір місця закладання розрізу: Обговорення критеріїв вибору репрезентативної ділянки для ґрунтового розрізу (наприклад, типовий для даного типу лісу рельєф, насадження).

Техніка закладання ґрунтового розрізу: Пояснення правильного та безпечного способу копання ґрунтової ями (розміри, вертикальні стінки).

Опис ґрунтового профілю: Детальний інструктаж щодо опису кожного горизонту ґрунту за такими ознаками:

Глибина залягання: Точні вимірювання.

Колір: Визначення за ґрунтовою шкалою кольорів (наприклад, шкала Манселла, якщо є).

Механічний склад: Оцінка на дотик ("пластичний", "піщаний" тощо).

Структура: Визначення типу структурних агрегатів (грудкувата, горіхувата, призматична).

Вологість: Оцінка на дотик (сухий, свіжий, вологий).

Щільність: Візуальна оцінка.

Включення: Наявність коренів, мертвої деревини, каміння.

Характер переходу: Плавний, чіткий.

Відбір зразків: Правила відбору зразків ґрунту з кожного генетичного горизонту для подальшого лабораторного аналізу (об'єм, маркування, пакування).

Опис лісової підстилки: Методика оцінки її товщини, ступеня розкладу, видового складу (якщо можливо).

1.3. Безпека та обладнання:

Інструктаж з техніки безпеки: Особлива увага на безпеку при роботі з лопатами, рух по пересіченій місцевості.

Комплектація обладнання: Лопати (загострені, прямі), рулетки, ножі, пакети для зразків, маркери, польовий щоденник/блокнот, фотоапарат, рН-метр для польових вимірювань (якщо є), засоби першої допомоги.

1.4. Розподіл на групи та ролі:

Студенти діляться на групи (4-6 осіб). Кожна група отримує чіткі ролі: "копач" (відповідальний за яму), "описовець" (диктує характеристики горизонтів), "реєстратор" (записує), "фотограф", "відбирач зразків".

2. Польовий етап (3-4 години)

Безпосередня робота на обраній лісовій ділянці.

2.1. Вибір місця та вступ:

Викладач вказує на обрану ділянку для закладання ґрунтового розрізу, пояснюючи її репрезентативність.

Короткий опис насадження, що росте на цій ділянці, його вік та видовий склад.

2.2. Закладання ґрунтового розрізу:

Студенти (група або підгрупи) під керівництвом викладача викопують ґрунтову яму розміром приблизно 1.0-1.5 м у довжину, 0.7-1.0 м у ширину та достатньої глибини (до материнської породи або до 1-1.5 м, залежно від завдання), забезпечуючи вертикальні та рівні стінки.

З одного боку ями робиться "сходинка" для зручності роботи та безпеки.

2.3. Опис ґрунтового профілю:

Лісова підстилка: Опис її товщини, ступеня розкладу (слабо-, середньо-, сильнорозкладена), наявності характерних елементів (шишки, листя, кора).

Послідовний опис горизонтів: Студенти по черзі (або за ролями) описують кожен генетичний горизонт, починаючи з верхнього (O/Ao горизонти, потім A, E, B, C).

Вимірювання глибини кожного горизонту від поверхні ґрунту.

Візуальна оцінка та опис кольору, механічного складу, структури, вологості, щільності, наявності включень.

Вимірювання рН ґрунту у кожному горизонті за допомогою польового рН-метра (якщо є).

Заповнення польового щоденника: Всі дані ретельно вносяться у спеціальні таблиці або бланки.

Фотофіксація: Фотографування ґрунтового профілю в цілому та крупним планом окремих горизонтів, а також підстилки.

2.4. Відбір ґрунтових зразків:

З кожного чітко вираженого генетичного горизонту відбираються зразки ґрунту (приблизно 200-300 г) для подальшого лабораторного аналізу.

Кожен зразок поміщається в окремий пакет і ретельно маркується: назва ділянки, номер розрізу, горизонт, глибина, дата, група.

2.5. Попереднє обговорення на місці:

Коротке обговорення отриманих даних. Чи відповідає профіль очікуваному типу ґрунту? Які особливості помітили?

Обговорення взаємозв'язку між типом ґрунту та типом лісової рослинності на ділянці.

Засипання ґрунтового розрізу після завершення роботи.

3. Лабораторний та аналітичний етап.

Обробка зібраних зразків та аналіз даних.

3.1. Підготовка зразків:

У лабораторії зразки ґрунту розкладаються для висушування на повітрі (або в сушильній шафі при низькій температурі).

Видалення рослинних залишків та камінців. Подрібнення та просіювання ґрунту.

3.2. Лабораторний аналіз (демонстрація або самостійно, залежить від оснащення):

Визначення рН: Вимірювання рН водних або сольових витяжок з ґрунту (за допомогою лабораторного рН-метра). Порівняння з польовими даними.

Визначення механічного складу: Седиментаційний метод (наприклад, метод піпетки або ареометра) для визначення співвідношення фракцій (пісок, пил, глина).

Визначення вмісту гумусу: Метод Тюріна (окиснення гумусу біхроматом калію).

Додатково (за наявності часу та обладнання): Визначення щільності твердої фази, щільності складення, загальної пористості.

3.3. Обробка та інтерпретація даних:

Внесення лабораторних даних у таблиці (Excel).

Побудова графіків/діаграм: Візуалізація змін рН, вмісту гумусу, механічного складу за глибиною профілю.

Аналіз взаємозв'язків: Інтерпретація отриманих даних. Як змінюються властивості ґрунту з глибиною? Як ці зміни корелюють з типом генетичного горизонту?

Типізація ґрунту: На основі польового опису та лабораторних даних визначення типу ґрунту за загальноприйнятою класифікацією.

Оцінка впливу підстилки: Обговорення ролі лісової підстилки у формуванні верхніх ґрунтових горизонтів, кругообігу поживних речовин та водному режимі.

Роль ґрунту для лісової екосистеми: Загальні висновки про значення ґрунту для росту та розвитку даного лісового насадження.

3.4. Підготовка звіту/презентації:

Кожна група готує звіт або презентацію, що містить:

Вступ: Мета, завдання, опис місця дослідження.

Методика: Опис процесу закладання розрізу, польового опису та лабораторних аналізів.

Результати: Таблиці з польовими та лабораторними даними, графіки змін властивостей за глибиною, схематичний малюнок ґрунтового профілю.

Обговорення: Детальний аналіз отриманих даних, інтерпретація властивостей ґрунту, його типізація, висновки про роль ґрунту для лісової екосистеми.

Висновки.

Фотоматеріали.

3.5. Презентація та обговорення:

Презентація результатів кожною групою.

Спільне обговорення, порівняння даних між групами (якщо працювали на різних ділянках), дискусія щодо взаємозв'язку між ґрунтом, рослинністю та іншими факторами середовища.

Очікувані результати

Після цього практичного заняття студенти повинні:

- Вміти закладати ґрунтовий розріз та коректно описувати ґрунтовий профіль.
- Набути навичок польового визначення основних морфологічних ознак ґрунту.
- Розуміти принципи відбору ґрунтових зразків для лабораторних аналізів.
- Здобути базові навички проведення деяких лабораторних аналізів ґрунту (рН, можливо, інші).
- Вміти інтерпретувати отримані дані про властивості ґрунту та їхні зміни.
- Розуміти ключову роль ґрунтів у функціонуванні лісових екосистем.
- Розвинути навички командної роботи, аналізу даних та публічної презентації.

Це заняття є фундаментальним для розуміння основ лісової екології та ґрунтознавства, що є критично важливим для майбутніх фахівців у галузі лісового господарства та екології.

Практичне заняття № 4. "Водний режим лісових ландшафтів".

Це практичне заняття має на меті допомогти студентам зрозуміти критичну **роль лісу в регуляції водного балансу території**. Через польові вимірювання та подальший аналіз, студенти дізнаються, як лісова рослинність, ґрунт і підстилка впливають на перерозподіл води, а також обговорять наслідки антропогенного втручання.

Мета: Дослідити роль лісу у регуляції водного балансу території.

Завдання: Вимірювання кількості опадів (під наметом лісу та на відкритій ділянці), оцінка водопроникності ґрунту, аналіз кореневих систем дерев з точки зору їхньої вологорегулюючої функції, обговорення впливу лісових рубок на водний режим.

Алгоритм проведення заняття:

1. Підготовчий етап (Аудиторія, 1-1.5 години)

1.1. Теоретичний огляд:

Повторення понять: Короткий огляд основних термінів: **водний баланс, опади, інтерцепція, транспірація, випаровування, поверхневий стік, ґрунтовий стік, інфільтрація (водопроникність), ґрунтові води, лісова підстилка.**

Гідрологічна роль лісу: Обговорення ключових аспектів впливу лісу на водний режим: зменшення сили дощу, перехоплення (інтерцепція) опадів, збільшення інфільтрації, зменшення поверхневого стоку, стабілізація ґрунтів, вплив на транспірацію.

Вплив рубок: Розгляд, як різні типи лісових рубок (суцільні, вибіркові) впливають на водний режим, зокрема на об'єм стоку, інтенсивність ерозії, рівень ґрунтових вод.

1.2. Методика польових вимірювань:

Вимірювання опадів: Пояснення використання **опадомірів** (дощомірів) під наметом лісу та на відкритій ділянці для оцінки інтерцепції. Обговорення кількості точок вимірювання.

Оцінка водопроникності ґрунту: Роз'яснення методики з використанням **кільцевого інфільтрометра** або простих методів з використанням циліндра та води (наприклад, метод з порожнім металевим циліндром, що вбивається в ґрунт).

Оцінка кореневих систем: Обговорення візуальних методів оцінки розвитку кореневих систем та їхньої ролі у зв'язуванні ґрунту та поглинанні вологи (наприклад, на обривах, у ґрунтових розрізах з попереднього заняття).

1.3. Безпека та обладнання:

Інструктаж з техніки безпеки: Запобігання ковзанню на мокрих схилах, правила поведінки з водою, основи першої допомоги.

Комплектація обладнання: Опадоміри (кілька штук), мірні склянки/колби, кільцеві інфільтрометри (або металеві циліндри/пляшки з відрізанним дном, гумовий молоток для забивання), ємності з водою (достатня кількість), секундоміри, рулетки, лопати (для легкого розкопування), польові щоденники, ручки, фотоапарат, GPS-навігатор.

1.4. Розподіл на групи та ролі:

- Студенти діляться на невеликі групи (3-5 осіб). Кожна група отримує чіткі ролі: "гідролог" (відповідальний за вимірювання опадів/інфільтрації), "ґрунтознавець" (оцінка коренів), "реєстратор", "фотограф/навігатор".

2. Польовий етап (3-4 години)

Безпосереднє проведення вимірювань та спостережень на лісовій ділянці та на відкритій території.

2.1. Вибір локацій та вступ:

Викладач визначає дві ділянки для дослідження:

Ділянка 1: Під наметом лісу (зріле насадження, бажано з розвиненою підстилкою).

Ділянка 2: Відкрита ділянка (поле, галявина, ділянка після суцільної рубки, якщо можливо) – для порівняння.

Короткий вступ, орієнтація на місцевості, нагадування про мету та завдання.

2.2. Вимірювання опадів:

На відкритій ділянці: Встановлення 1-2 опадомірів на відкритій ділянці. Фіксація кількості опадів (якщо заняття проводиться під час або після дощу) або демонстрація методики.

Під наметом лісу: Встановлення 3-5 опадомірів під наметом лісу (під різними деревами, між ними). Вимірювання кількості опадів.

Розрахунок інтерцепції: Обчислення різниці між опадами на відкритій ділянці та під наметом лісу. Обговорення факторів, що впливають на інтерцепцію (порода, густота, фаза вегетації).

2.3. Оцінка водопроникності ґрунту (інфільтрації):

На обох ділянках (лісова та відкрита):

Підготовка: Встановлення кільцевого інфільтрометра (або забивання металевого циліндра) в ґрунт на невелику глибину (5-10 см).

Вимірювання: Швидке наливання фіксованого об'єму води (наприклад, 1 літр) у циліндр.

Фіксація часу: Вимірювання часу, за який вся вода повністю всоталася в ґрунт. Проведення 2-3 повторів на кожній ділянці.

Порівняння: Порівняння швидкості інфільтрації на лісовій та відкритій ділянках. Обговорення ролі лісової підстилки та корневих систем у підвищенні водопроникності.

2.4. Аналіз корневих систем (візуальний):

На ділянці з лісом:

Спостереження: Візуальний огляд корневих систем на поверхні ґрунту, наявність коріння в ґрунтовому розрізі (якщо такий був викопаний на попередньому занятті або є природний обрив).

Оцінка: Обговорення щільності, глибини проникнення коренів різних порід.

Вологорегулююча функція: Аналіз, як розгалужені корені сприяють зв'язуванню ґрунту та поглинанню води, зменшуючи поверхневий стік.

2.5. Фіксація та документування:

Всі вимірювання та спостереження ретельно заносяться до польового щоденника (таблиці).

Фотофіксація місць проведення експериментів, особливостей ґрунту, корневих систем.

2.6. Коротке обговорення на місці:

Обговорення отриманих даних та перших висновків. Чому швидкість інфільтрації відрізняється? Як ліс впливає на водний стік?

3. Аналітичний та презентаційний етап (Аудиторія/Комп'ютерний клас)

Обробка зібраних даних та їхня інтерпретація.

3.1. Введення та систематизація даних:

Внесення всіх польових даних (об'єм опадів, час інфільтрації) в електронні таблиці.

Розрахунок середніх значень для кожної ділянки.

3.2. Розрахунок показників:

Інтенсивність інтерцепції: Розрахунок у відсотках від загальної кількості опадів.

Швидкість інфільтрації: Розрахунок у мм/хв або см/год.

3.3. Аналіз та візуалізація:

Графіки порівняння: Побудова стовпчастих діаграм для порівняння кількості опадів під лісом та на відкритій ділянці, а також швидкості інфільтрації.

Обговорення результатів:

Який відсоток опадів перехоплюється лісовим наметом? Від чого це залежить?

Наскільки швидше вода проникає в лісовий ґрунт порівняно з відкритим? Які фактори сприяють цьому (лісова підстилка, кореневі системи, ґрунтова фауна)?

Як ці відмінності впливають на ризик паводків, ерозії ґрунту, формування ґрунтових вод?

3.4. Обговорення впливу лісових рубок на водний режим:

На основі отриманих даних та теоретичних знань, обговорення, як суцільні рубки або значні зміни лісового покриву можуть змінити гідрологічний режим території (збільшення поверхневого стоку, посилення ерозії, зміна рівня ґрунтових вод).

Мозковий штурм щодо можливих заходів для мінімізації негативного впливу рубок на водний режим.

3.5. Підготовка звіту/презентації:

Кожна група готує звіт або презентацію, що містить:

Вступ: Мета, завдання, опис досліджених ділянок.

Методика: Детальний опис проведених вимірювань.

Результати: Таблиці та графіки з отриманими даними, розрахунки інтерцепції та інфільтрації.

Обговорення: Інтерпретація результатів, порівняння між ділянками, висновки про роль лісу в регуляції водного балансу.

Висновки: Узагальнення ключових знахідок та рекомендації.

Фотоматеріали.

3.6. Презентація та обговорення:

Презентація результатів кожною групою.

Спільна дискусія, обмін думками, відповіді на питання викладача та інших студентів.

Очікувані результати.

Після цього практичного заняття студенти повинні:

- Вміти проводити базові польові вимірювання, пов'язані з водним режимом лісових ландшафтів.
- Розуміти концепції інтерцепції та інфільтрації та їхнє значення.
- Оцінювати вплив лісової рослинності та підстилки на водопроникність ґрунту.
- Аналізувати та інтерпретувати дані про водний режим лісу.
- Розуміти наслідки антропогенного втручання (рубок) на водний баланс території.
- Розвинути навички збору та аналізу даних, командної роботи та публічної презентації.

Це заняття є важливим для розуміння екологічної функції лісів у підтримці водних ресурсів та для розробки стратегій сталого лісокористування.

Практичне заняття №5. «Взаємодії в лісових екосистемах (трофічні зв'язки, конкуренція, симбіоз)».

Це практичне заняття покликане допомогти студентам зрозуміти складну мережу **взаємодій між організмами** в лісових екосистемах. Через безпосередні спостереження та аналіз конкретних прикладів, студенти навчаться ідентифікувати різні типи біотичних взаємодій та будувати прості трофічні ланцюги.

Мета: Вивчити різні типи взаємодій між організмами в лісі.

Завдання: Ідентифікація прикладів конкуренції (світло, вода, поживні речовини), симбіозу (мікориза, лишайники), хижацтва/паразитизму, визначення трофічних рівнів та побудова простих харчових ланцюгів.

1. Підготовчий етап (Аудиторія)

1.1. Теоретичний огляд:

Повторення понять: Короткий огляд основних типів біотичних взаємодій: **конкуренція** (внутрішньовидова, міжвидова), **симбіоз** (мутуалізм, коменсалізм), **хижацтво**, **паразитизм**, **аменсалізм**. Пояснення їхнього впливу на популяції та екосистему.

- **Трофічні зв'язки:** Обговорення понять **продуценти**, **консументи** (первинні, вторинні, третинні), **редуценти**. Пояснення принципів побудови **харчових ланцюгів** та **харчових мереж**.

- **Лісова екосистема як система взаємодій:** Акцентування уваги на тому, що ліс — це не просто сукупність дерев, а динамічна система, де всі компоненти тісно пов'язані.

- **1.2. Методика польових спостережень та ідентифікації:**

- **Вибір об'єктів для спостереження:** Пояснення, на що звертати увагу при пошуку прикладів взаємодій (кора дерев, корені, ґрунт, листя, мертва деревина, сліди тварин).

- **Ознаки конкуренції:** Високі, тонкі дерева в густому лісі (за світло), суховершинність (за воду), пригнічений підріст.

- **Ознаки симбіозу:** Лишайники на корі дерев, гриби-мікоризні симбіонти біля коренів дерев, бобові рослини з бульбочками на коренях.

- **Ознаки хижацтва/паразитизму:** Сліди обгризання на листках, пошкоджені стовбури, наявність паразитичних грибів (трутовиків), омела на деревах, павутина.

- **Ідентифікація трофічних рівнів:** Візуальна оцінка та логічне визначення ролі організму в харчовому ланцюзі.

- **1.3. Безпека та обладнання:**

- **Інструктаж з техніки безпеки:** Загальні правила безпеки в лісі, обережність при контакті з незнайомими рослинами/грибами/тваринами.

- **Комплектація обладнання:** Польові щоденники, ручки/олівці, фотоапарат, лупи, біноклі (для спостереження за тваринами/птахами), ідентифікаційні довідники (рослини, гриби, комахи), пакети для збору неживих зразків (наприклад, пошкоджене листя, гілки з лишайниками), аптечка.

- **1.4. Розподіл на групи та завдання:**

- Студенти діляться на невеликі групи (3-5 осіб). Кожна група отримує завдання знайти та описати приклади всіх типів взаємодій та скласти мінімум 3-5 харчових ланцюгів.

2. Польовий етап.

2.1. Вступ на ділянці:

- Викладач проводить короткий вступ, орієнтує студентів на місцевості.

- Нагадує про завдання: не просто ідентифікувати види, а знайти та описати взаємодії між ними.

2.2. Пошук та ідентифікація взаємодій:

- **Конкуренція:**
 - Спостереження за густотою стояння дерев: приклад конкуренції за світло (витягнуті стовбури, мала крона, відмирання нижніх гілок).
 - Оцінка стану підросту під наметом: приклад конкуренції за світло, воду, поживні речовини з материнським деревостаном.
 - Пошук ділянок з різними видами дерев, що ростуть поруч: можлива міжвидова конкуренція.
- **Симбіоз:**
 - **Мікориза:** За обережного розкопування верхнього шару ґрунту біля коренів дерев – пошук грибниці, яка формує мікоризу (якщо дозволено). Обговорення ролі мікоризних грибів для живлення дерев.
 - **Лишайники:** Ідентифікація лишайників на стовбурах дерев, камінні. Пояснення взаємодії між водоростями та грибами в лишайнику.
 - **Інші:** Обговорення потенційних прикладів коменсалізму (наприклад, епіфіти на деревах, які не шкодять господареві).
- **Хижацтво/Паразитизм:**
 - **Сліди хижаків:** Пошук слідів життєдіяльності тварин – нори, слід, залишки їжі, сліди на снігу/вогкій землі (якщо є).
 - **Фітофагія:** Пошук листя або хвої зі слідами обгризання комахами. Обговорення ролі комах-фітофагів.
 - **Паразитичні гриби:** Ідентифікація трутовиків, опеньків на стовбурах дерев (живих або мертвих), які є паразитами або сапротрофами.
 - **Омела:** Пошук омели на гілках дерев, пояснення її паразитичного способу життя.
 - **Дятли:** Сліди роботи дятлів на стовбурах – пошук комах-шкідників.
- **Редуценти:**
 - Огляд мертвої деревини (стовбурів, пнів, гілок) на різних стадіях розкладу. Ідентифікація грибів, бактерій (візуально), комах-сапрофагів, які беруть участь у процесах розкладу. Пояснення ролі редуцентів у кругообігу речовин.

2.3. Визначення трофічних рівнів та побудова харчових ланцюгів:

- На основі спостережень, студенти ідентифікують:
 - **Продуцентів:** Древа, чагарники, трави, мохи.
 - **Первинних консументів:** Комахи-фітофаги (наприклад, гусениці на листі), тварини-травояди (козулі, зайці).
 - **Вторинних консументів:** Хижі комахи, птахи, що харчуються комахами, дрібні хижаки.
 - **Третинних консументів:** Великі хижаки.
 - **Редуцентів:** Гриби, бактерії, ґрунтові безхребетні.
- Побудова декількох простих харчових ланцюгів на основі знайдених прикладів (наприклад, дуб → гусениця → синиця → яструб).

2.4. Документування:

- Всі знайдені приклади взаємодій та харчові ланцюги ретельно описуються в польовому щоденнику.
- Фотографування характерних прикладів взаємодій.

2.5. Попереднє обговорення на місці:

- Кожна група ділиться своїми знахідками. Обговорення найцікавіших прикладів, труднощів з ідентифікацією.
- Викладач коментує та доповнює.

3. Аналітичний та презентаційний етап (Аудиторія, 2-3 години)

3.1. Систематизація даних:

- Систематизація знайдених прикладів взаємодій за типами (конкуренція, симбіоз, хижацтво/паразитизм).
- Перенесення інформації про харчові ланцюги та трофічні рівні в електронний формат.

3.2. Аналіз та інтерпретація:

- **Обговорення ролі кожного типу взаємодії** у функціонуванні лісової екосистеми (наприклад, як конкуренція формує структуру лісу, як симбіоз підвищує його стійкість, як хижацтво регулює популяції).
- **Побудова складної харчової мережі:** Спроба об'єднати всі знайдені харчові ланцюги в одну велику харчову мережу, демонструючи її складність та взаємозалежність.
- **Вплив на екосистему:** Обговорення, що станеться, якщо один елемент харчового ланцюга зникне.

3.3. Підготовка звіту/презентації:

- Кожна група готує звіт або мультимедійну презентацію, що містить:
 - **Вступ:** Мета, завдання, опис місця дослідження.
 - **Методика:** Опис процесу спостереження та ідентифікації.
 - **Результати:** Опис знайдених прикладів кожного типу взаємодій з фотографіями. Побудова харчових ланцюгів та, можливо, спрощеної харчової мережі.
 - **Обговорення:** Аналіз виявлених взаємозв'язків, їхнє значення для стабільності та функціонування лісової екосистеми.
 - **Висновки.**
 - **Фотоматеріали.**

3.4. Презентація та обговорення:

- Презентація результатів кожною групою.
- Спільна дискусія, порівняння знахідок різних груп, обговорення незвичайних або спірних прикладів.
- Викладач підводить підсумки, наголошуючи на інтегрованому характері лісових екосистем.

Очікувані результати

Після цього практичного заняття студенти повинні:

- Вміти ідентифікувати різні типи біотичних взаємодій (конкуренція, симбіоз, хижацтво, паразитизм) у лісових екосистемах.
- Визначати трофічні рівні організмів та будувати прості харчові ланцюги.
- Розуміти важливість кожного типу взаємодії для функціонування та стабільності екосистеми.
- Розвинути навички спостереження, ідентифікації, аналізу та візуалізації інформації.
- Усвідомити складність та взаємозалежність компонентів лісової екосистеми.

Це заняття сприяє формуванню цілісного, системного погляду на ліс як на динамічний і саморегульований природний комплекс.

Практичне заняття № 6. Вплив антропогенних факторів на лісові екосистеми.

Це практичне заняття має на меті надати студентам можливість безпосередньо спостерігати та аналізувати **різні види антропогенного впливу на лісові екосистеми**, а також оцінити їхні **екологічні наслідки**. Заняття поєднує польові дослідження з аналізом візуальних даних та дискусією, що сприятиме формуванню критичного мислення та розумінню важливості сталого природокористування.

Мета: Проаналізувати різні види антропогенного впливу на ліс та оцінити їхні екологічні наслідки.

Завдання: Оцінка впливу рекреації (втоптування ґрунту, пошкодження рослин), забруднення (викиди, сміття), фрагментації лісових масивів, наслідків рубок (суцільних, вибіркових) на стан лісових екосистем.

Алгоритм проведення практичного заняття.

1. Підготовчий етап (Аудиторія).

1.1. Теоретичний огляд:

- **Повторення понять:** Короткий огляд основних антропогенних факторів, що впливають на ліси: **рекреаційне навантаження, забруднення** (атмосферне, ґрунтове, водне, шумове), **фрагментація лісів, лісові рубки** (суцільні, вибіркові, санітарні), **зміна клімату** (як наслідок антропогенної діяльності).
- **Екологічні наслідки:** Обговорення механізмів впливу кожного фактора на лісову екосистему (деградація ґрунту, втрата біорізноманіття, зміна видового складу, порушення гідрологічного режиму, підвищення ризику пожеж/шкідників, зміна мікроклімату).
- **Індикатори антропогенного впливу:** Розгляд візуальних та вимірювальних ознак деградації лісової екосистеми під впливом людини.

1.2. Методика польових досліджень та оцінки:

- **Вибір ділянок:** Обговорення критеріїв вибору репрезентативних ділянок з різним ступенем та типом антропогенного впливу (наприклад, ділянка біля туристичної стежки, ділянка з несанкціонованим сміттєзвалищем, ділянка після рубки, контрольна ділянка без видимого впливу).
- **Методи оцінки впливу:**
 - **Рекреація:** Візуальна оцінка втоптування ґрунту (щільність, відсутність підстилки), пошкодження підросту та коренів, сліди багать, сміття. Вимірювання ширини стежок, глибини ерозійних борозен.
 - **Забруднення:** Візуальна оцінка наявності сміття, зміна кольору листя/хвої, наявність відмерлих ділянок рослинності. Запах.
 - **Фрагментація:** Робота з картографічними матеріалами (домашнє завдання або аудиторна робота).
 - **Рубки:** Оцінка вікового складу (наявність пнів, молодняку), збережених елементів (вікові дерева, мертва деревина), стану ґрунту (порушення), динаміки поновлення.

1.3. Безпека та обладнання:

- **Інструктаж з техніки безпеки:** Загальні правила безпеки в лісі, обережність при контакті зі сміттям, поводження з потенційно небезпечними об'єктами.
- **Комплектація обладнання:** Польові щоденники, ручки, фотоапарат/смартфон, рулетки, лопати (для оцінки ґрунту), рукавички (для збору зразків сміття/ґрунту, якщо передбачено), GPS-навігатор, довідники рослин (для оцінки видового складу), аптечка.

1.4. Розподіл на групи та завдання:

- Студенти діляться на групи (3-5 осіб). Кожна група може отримати окрему ділянку для дослідження або спільне завдання, де кожна група зосереджується на певному типі впливу на різних ділянках.

2. Польовий етап .

Безпосередні спостереження та збір даних на обраних ділянках.

2.1. Вступ на об'єкті та визначення ділянок:

- Викладач проводить короткий вступ на першій ділянці, пояснюючи її особливості та очікувані види впливу.
- Якщо є декілька ділянок (наприклад, з різним ступенем рекреації), студенти переміщуються між ними.

2.2. Збір даних за видами впливу:

- **Оцінка рекреаційного впливу:**
 - **Стежки:** Вимірювання ширини та глибини втоптування стежок, оцінка наявності рослинності на стежці та по її краях.
 - **Ґрунт:** Візуальна оцінка ущільнення ґрунту (у порівнянні з віддаленими ділянками), наявність лісової підстилки (її товщина, ступінь розкладу).
 - **Рослинність:** Пошук пошкоджених рослин (зламані гілки, здерта кора, втоптаний підріст), наявність рідкісних видів.

- **Сміття:** Облік кількості та типів сміття (пластик, скло, папір), його розподіл.
- **Багаття:** Фіксація місць розведення багать, оцінка їхнього впливу на ґрунт та рослинність.
 - **Оцінка впливу забруднення (якщо є видимі ознаки):**
 - **Візуальна оцінка:** Зміни кольору листя/хвої, некрози, хлорози, передчасне опадання.
 - **Наявність викидів:** Якщо є джерело забруднення поблизу, оцінка його впливу на відстані.
 - **Запах:** Фіксація характерних запахів.
 - **Оцінка впливу рубок (на ділянках після рубок):**
 - **Суцільні рубки:** Оцінка площі рубки, наявності пнів, кількості та складу залишеного лісосічного фонду, стану ґрунту (колійність, ерозія), характеру природного поновлення.
 - **Вибіркові рубки:** Оцінка збереженості структури лісу, видалених та залишених дерев, наявності пошкоджень у дерев, що залишились, стану підросту.
 - **Санітарні рубки:** Виявлення причин їх проведення (ураження шкідниками, хворобами, вітровал), оцінка обґрунтованості.

2.3. Документування:

- Всі спостереження та вимірювання ретельно заносяться до польових щоденників.
- **Фотофіксація:** Фотографування характерних прикладів впливу (пошкоджені дерева, сміття, ділянки з втоптанним ґрунтом, наслідки рубок). Важливо фіксувати не лише негативні, а й, за можливості, позитивні моменти (наприклад, успішне природне поновлення).
- **GPS-фіксація:** Позначення ключових точок (наприклад, місця інтенсивного впливу, межі рубки).

2.4. Коротке обговорення на місці:

- Кожна група ділиться своїми знахідками. Обговорення найбільш очевидних наслідків, порівняння з контрольною ділянкою (якщо така є).
- Викладач направляє дискусію, акцентує увагу на взаємозв'язках.

3. Аналітичний та презентаційний етап (Аудиторія/Комп'ютерний клас)

Обробка зібраних даних та їхня інтерпретація.

3.1. Систематизація даних:

- Введення всіх зібраних даних (описи, вимірювання) в електронні таблиці.
- Систематизація фотоматеріалів.

3.2. Аналіз та інтерпретація:

- **Порівняльний аналіз:** Порівняння стану лісової екосистеми на ділянках з різним ступенем та типом антропогенного впливу.
- **Виявлення закономірностей:** Які види впливу мають найбільш руйнівні наслідки? Які елементи екосистеми є найбільш вразливими?

- **Оцінка екологічних наслідків:** Спроба кількісної (де це можливо, наприклад, відсоток втрати підстилки, площа ущільнення ґрунту) та якісної оцінки наслідків.
- **Фрагментація (додатково, якщо є час і дані):** Використання ГІС-матеріалів для візуалізації фрагментації лісових масивів у регіоні, обговорення її впливу на біорізноманіття та генетичні потоки.

3.3. Обговорення шляхів мінімізації впливу:

- Мозковий штурм щодо можливих заходів для зменшення негативного антропогенного впливу (наприклад, регуляція рекреації, правильна утилізація відходів, екологічно відповідальне лісокористування, лісовідновлення).

3.4. Підготовка звіту/презентації:

- Кожна група готує звіт або мультимедійну презентацію, що містить:
 - **Вступ:** Мета, завдання, опис досліджених ділянок та типів впливу.
 - **Методика:** Опис проведених спостережень та вимірювань.
 - **Результати:** Опис та фотографії виявлених ознак антропогенного впливу. Представлення кількісних даних (якщо збиралися).
 - **Обговорення:** Детальний аналіз екологічних наслідків кожного виду впливу. Порівняння з контрольною ділянкою.
 - **Висновки та рекомендації:** Узагальнення, висновки про ступінь деградації лісу, пропозиції щодо зменшення негативного впливу.
 - **Фотоматеріали.**

3.5. Презентація та обговорення:

- Презентація результатів кожною групою.
- Спільна дискусія, обмін досвідом та ідеями.
- Викладач підводить підсумки, акцентуючи увагу на важливості свідомого ставлення до лісових ресурсів та принципах сталого розвитку.

Очікувані результати

Після цього практичного заняття студенти повинні:

- Вміти ідентифікувати та розрізняти різні види антропогенного впливу на лісові екосистеми.
- Оцінювати екологічні наслідки рекреації, забруднення, фрагментації та рубок.
- Розуміти взаємозв'язки між діяльністю людини та станом лісової екосистеми.
- Розвинути навички польових спостережень, аналізу даних та формулювання рекомендацій.
- Усвідомити важливість збереження лісів та принципи екологічно відповідального природокористування.

Це заняття є критично важливим для формування екологічної свідомості та підготовки фахівців, здатних розробляти та впроваджувати ефективні природоохоронні заходи в лісовому секторі.

3.4. Контрольні питання та завдання для самоперевірки.

Ці питання та завдання розроблені для того, щоб студенти могли перевірити своє розуміння та закріпити практичні навички, набуті під час польових та аудиторних занять з курсу "Екологія лісу". Вони допоможуть оцінити, наскільки добре студенти засвоїли методики досліджень та аналізу екологічних даних.

1. Дайте визначення **видового багатства** та **видового вирівнювання (рівномірності)**. У чому їхня відмінність?
2. Наведіть формули та поясніть екологічне значення **індексу Шеннона** та **індексу Сімпсона**.
3. Опишіть порядок ідентифікації та обліку рослинності в різних ярусах лісу (деревний, чагарниковий, трав'яно-моховий).
4. Які особливості обліку **мертвої деревини** ви знаєте? Чому вона важлива для біорізноманіття?
5. Які програмні інструменти ви використовували для систематизації та розрахунку індексів біорізноманіття?
6. Проаналізуйте: якщо індекс Шеннона на одній ділянці лісу вищий, ніж на іншій, про що це свідчить?
7. Як визначаються **вікова, висотна та діаметральна структури** деревостану? Яке їхнє значення для характеристики насадження?
8. Опишіть, як ви оцінювали **ярусність лісу** під час польових робіт.
9. Наведіть приклади, як природні порушення (наприклад, вітровал, пожежа) можуть вплинути на структуру та подальшу динаміку лісового насадження.
10. Що таке **природне поновлення**? Як ви його обліковували на пробній площі?
11. Які графічні методи ви використовували для візуалізації діаметральної та висотної структури?
12. Як розподіл дерев за діаметрами (наприклад, J-подібний або дзвоноподібний) може свідчити про вікову структуру та динаміку насадження?
13. Ви досліджували ліс, де переважають старі дерева одного віку, і майже відсутнє природне поновлення. Які потенційні проблеми можуть виникнути в цьому насадженні у майбутньому?
14. Опишіть, як ви закладали ґрунтовий розріз. Які вимоги до його форми та розмірів?
15. Які основні **генетичні горизонти** ґрунту ви знаєте? Назвіть ознаки, за якими ви їх розрізняли під час опису.
16. Які **морфологічні особливості** ґрунту (колір, механічний склад, структура, вологість) ви оцінювали безпосередньо у полі?
17. Для яких лабораторних аналізів ви відбирали зразки ґрунту? Яке значення мають рН, вміст гумусу та механічний склад для лісової екосистеми?
18. Опишіть, як ви оцінювали **товщину та ступінь розкладу лісової підстилки**.
19. Яка екологічна роль лісової підстилки у кругообігу речовин та водному режимі ґрунту?
20. Ви виявили лісовий ґрунт з дуже тонкою підстилкою та низьким вмістом гумусу. Які причини могли призвести до такого стану, і які наслідки це матиме для росту лісу?
21. Як ви проводили вимірювання кількості опадів під наметом лісу та на відкритій ділянці? Для чого це робиться?
22. Поясніть поняття **інтерцепція**. Які фактори впливають на її інтенсивність у лісових насадженнях?

23. Опишіть методику оцінки **водопроникності (інфільтрації)** ґрунту, яку ви застосовували.
24. Порівняйте швидкість інфільтрації у лісовому ґрунті та на відкритій ділянці. Які структурні елементи лісового ґрунту сприяють кращій інфільтрації?
25. Яким чином ви аналізували кореневі системи дерев з точки зору їхньої вологорегулюючої функції?
26. Поясніть, як розвинена коренева система дерев впливає на поверхневий стік та ерозію ґрунту.
27. Обговоріть, як **суцільні рубки** можуть змінити водний режим лісового ландшафту. Наведіть конкретні приклади наслідків.
28. У гірському регіоні після інтенсивних рубок почастішали повені. Поясніть з екологічної точки зору, чому це відбувається, посилаючись на зміни у водному режимі лісового ландшафту.
29. Наведіть приклади **міжвидової конкуренції** за світло та воду, які ви спостерігали у лісі.
30. Що таке **мікориза**? Поясніть її значення як типу симбіозу для дерев.
31. Наведіть приклади **хижацтва та паразитизму** в лісовій екосистемі, які ви ідентифікували.
32. Визначте **продуцентів, консументів (первинних, вторинних, третинних) та редуцентів** у лісовій екосистемі.
33. Побудуйте **харчовий ланцюг**, що включає щонайменше 4 трофічні рівні, на основі ваших спостережень.
34. Опишіть роль **грибів та бактерій** як редуцентів у лісі. Де ви спостерігали їхню діяльність?
35. Як розклад мертвої деревини впливає на кругообіг речовин у лісовій екосистемі?
36. Уявіть, що в лісі різко збільшилася популяція шкідливих комах-фітофагів (первинних консументів). Як це може вплинути на інші трофічні рівні (дерева, хижаки комах) та на всю лісову екосистему?
37. Опишіть, як ви оцінювали ступінь **рекреаційного навантаження** на лісовій ділянці. Які його основні візуальні ознаки?
38. Які екологічні наслідки має **втоптування ґрунту** в рекреаційних зонах лісу?
39. Порівняйте екологічні наслідки **суцільних та вибіркового рубок** для лісової екосистеми.
40. Як ви оцінювали **природне поновлення** на ділянках після рубок? Чи було воно успішним?
41. Наведіть приклади **забруднення лісових екосистем**, які ви могли спостерігати. Які їхні потенційні наслідки?
42. Що таке **фрагментація лісових масивів**? Як вона впливає на біорізноманіття?
43. Ви виявили лісову ділянку, яка зазнала інтенсивного антропогенного впливу (наприклад, несанкціоноване сміттєзвалище та сильне втоптування). Запропонуйте конкретні заходи для її екологічної реабілітації.

Ці запитання та завдання допоможуть вам не тільки перевірити свої знання, а й поглибити розуміння взаємозв'язків у лісових екосистемах та важливості практичних аспектів екології лісу.

3.5. Список використаної літератури.

Основна література (рекомендовані для обов'язкового ознайомлення):

1. **Генсірук С.А.** (2002). *Ліси України*. Київ: Наукова думка. (Фундаментальна праця, що охоплює загальні аспекти лісового господарства та екології лісів в Україні).
2. **Заячук В.Я.** (2002). *Дендрологія*. Чернівці: Зелена Буковина. (Розділи, що стосуються біологічних особливостей деревних порід, їхніх екологічних вимог).
3. **Кучма Т.М., Парпан В.І., Стойко С.М.** (2010). *Лісові екосистеми: Навчальний посібник*. Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. (Детальний посібник з екології лісових екосистем, їхньої структури та функціонування).
4. **Мороз П.І.** (2007). *Лісова екологія*. Київ: Аграрна освіта. (Один з базових підручників з лісової екології, що охоплює широкий спектр питань).
5. **Рябчук В.П., Клімук Ю.В.** (2008). *Екологія з основами лісової екології: навчальний посібник*. Львів: НЛТУ України. (Поєднує загальну екологію з акцентом на лісові екосистеми).
6. **Franklin, J.F., Spies, T.A., Van Pelt, R., Carey, A.B., Thornburgh, D.A., Berg, D.R., Lindenmayer, D.B., Harmon, M.E., Keeton, W.S., Shaw, D.C., Bible, S.C., Abernethy, J., Ohmann, J.L.** (2002). *Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example*. *Forest Ecology and Management*, 155(1-3), 399-423. (Класична стаття про динаміку природних лісів).
7. **Lindenmayer, D.B., Franklin, J.F.** (2002). *Conserving Forest Biodiversity: A Comprehensive Multiscaled Approach*. Island Press. (Хоча це більше про збереження, книга містить фундаментальні принципи екології лісового біорізноманіття).

Додаткова література (для поглибленого вивчення та розширення кругозору):

1. **Бондарук Г.В., Грищенко В.А., Делеган І.І. та ін.** (2012). *Праліси Українських Карпат*. Київ: ТОВ "Макрос". (Спеціалізоване видання про первинні ліси, їхнє значення та охорону).
2. **Заліський О.М., Кагало О.О., Смірнов Н.А. та ін.** (2016). *Праліси і квазіпраліси Українських Карпат: посібник для науковців і природоохоронців*. Львів: ЗУКЦ. (Практичні аспекти ідентифікації та збереження пралісів).
3. **Кравець О.В.** (2017). *Екологія лісу: навчальний посібник*. Київ: Аграрна освіта. (Сучасний посібник, що може доповнити основні джерела).
4. **Національний атлас України.** (2007). Київ: ДНВП "Картографія". (Розділи, що стосуються лісових ресурсів, ґрунтів, клімату України).
5. **Остапенко Б.Ф., Ткач В.П.** (2002). *Лісові культури*. Харків: ХНАУ. (Розділи про екологічні основи лісових культур та лісовідновлення).
6. **Стаття 39-1 Лісового кодексу України "Охорона та збереження пралісів, квазіпралісів, природних лісів".** (Важливо для розуміння правового регулювання).
7. **Sabatini, F.M., Burrascano, S., Kuemmerle, R., et al.** (2018). *Where are Europe's last primary forests? Diversity and Distributions*, 24(10), 1426-1438. (Сучасне дослідження про поширення пралісів у Європі).
8. **Schlesinger, W.H., Bernhardt, E.S.** (2013). *Biogeochemistry: An Analysis of Global Change*. Academic Press. (Розділи, що стосуються кругообігу речовин у лісових екосистемах).

Онлайн-ресурси та бази даних:

1. **Всесвітній фонд дикої природи (WWF) в Україні:** <https://wwf.ua/> (Інформація про проекти зі збереження лісів, пралісів, біорізноманіття в Україні).
2. **Український природоохоронний рух (УНЦГ):** <https://uncg.org.ua/> (Новини, аналітичні матеріали та кампанії, пов'язані з охороною лісів в Україні).
3. **Державне агентство лісових ресурсів України:** <https://forest.gov.ua/> (Офіційна інформація про лісовий фонд, лісову політику, статистику).
4. **Global Forest Watch:** <https://www.globalforestwatch.org/> (Інтерактивна платформа для моніторингу лісового покриву та втрат лісів у світі).
5. **UNESCO World Heritage Centre – Ancient and Primeval Beech Forests of the Carpathians and Other Regions of Europe:** <https://whc.unesco.org/en/list/1133/> (Детальна інформація про українські праліси, включені до списку ЮНЕСКО).
6. **Google Scholar / ResearchGate / Academia.edu:** Використовуйте ці платформи для пошуку актуальних наукових статей та досліджень за ключовими словами, що стосуються тем курсу (наприклад, "forest ecology", "forest biodiversity", "forest soil", "old-growth forests", "лісова екологія", "біорізноманіття лісів").