

ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ
СТЕФАНИКА

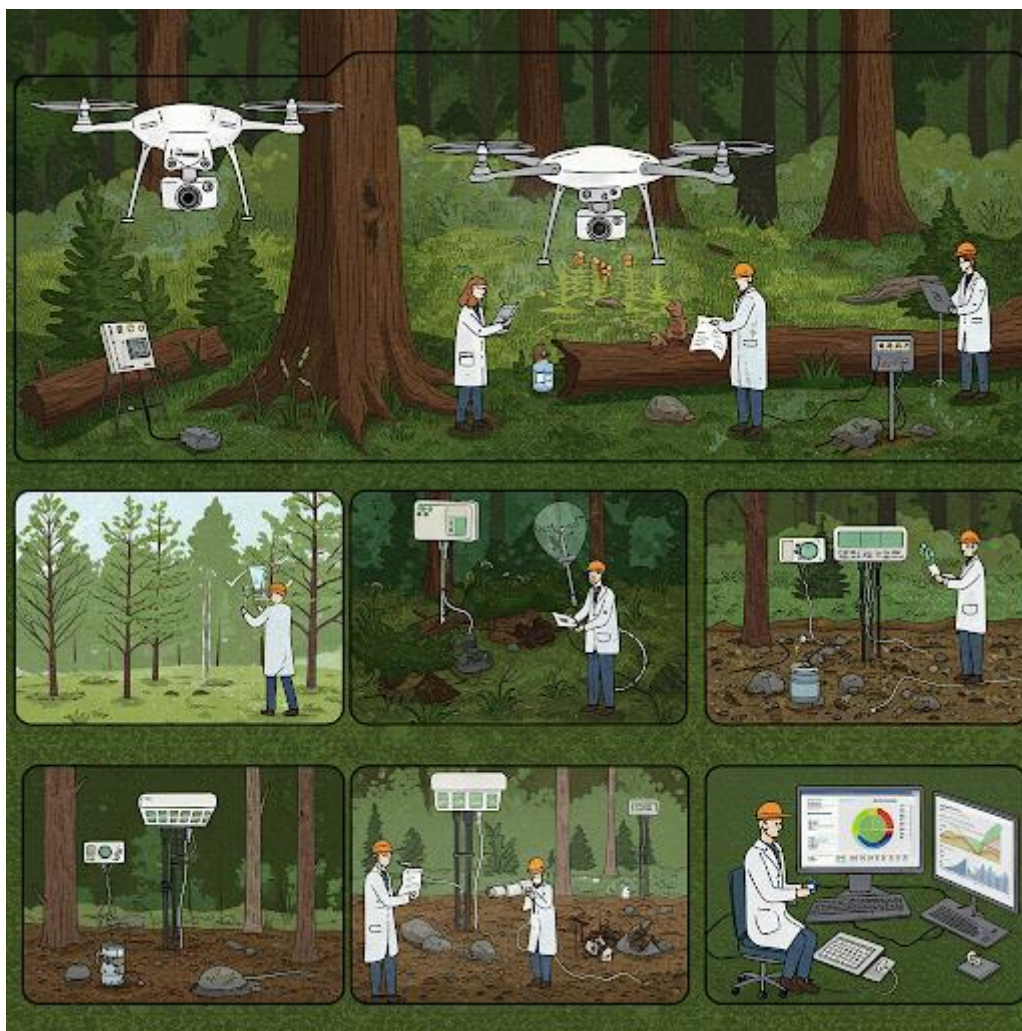
Кафедра лісового і аграрного менеджменту

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для проведення практичних занять з курсу

«МОНІТОРИНГ ЛІСІВ»

для студентів спеціальності 205 «Лісове господарство» ОР «Магістр»



Методичні вказівки для проведення практичних занять для студентів спеціальності 205 «Моніторинг лісів» (ОР «Магістр») з курсу «Моніторинг лісів». Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. Укладачі: к.б.н., доцент кафедри лісового і аграрного менеджменту Клід В.В., викладач кафедри лісового і аграрного менеджменту Петрашук Я.В. м. Івано-Франківськ, 2005.30 с.

Курс «Моніторинг лісів» викладається в якості вибіркової дисципліни при підготовці магістрів лісового господарства. Нижче наведено тематику практичних занять.

Тематика практичних занять з курсу "Моніторинг лісів"

1. Ознайомлення з методами дистанційного зондування в моніторингу лісів.
2. Польові методи моніторингу лісів.
3. Моніторинг санітарного стану лісів.
4. Моніторинг біорізноманіття лісових екосистем.
5. Моніторинг змін клімату та їх вплив на ліси.
6. Моніторинг лісових пожеж.
7. Моніторинг незаконних рубок.
8. Обробка та аналіз даних моніторингу лісів.
9. Розробка систем моніторингу для різних типів лісів.
10. Використання геоінформаційних систем (ГІС) в моніторингу лісів.

Практичне заняття № 1. "Ознайомлення з методами дистанційного зондування моніторингу лісів".

Це практичне заняття має на меті ознайомити студентів з основними методами дистанційного зондування (ДЗ), які використовуються для моніторингу лісів. Основний акцент буде зроблений на практичному застосуванні інструментів та програмного забезпечення для аналізу даних ДЗ.

Мета заняття: ознайомити з принципами та основними методами дистанційного зондування, що застосовуються в моніторингу лісів.

Завдання:

- Аналіз супутникових знімків для визначення типів лісу та площі.
- Використання аерофотозйомки для оцінки стану лісових насаджень.
- Застосування даних LiDAR для вивчення вертикальної структури лісу.

Методи: робота з програмним забезпеченням ГІС (наприклад, QGIS, Google Earth Engine), аналіз реальних даних ДЗ, інтерпретація зображень, обговорення.

Алгоритм проведення заняття:

I. Підготовчий етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Вступне слово викладача (10-15 хв):
 - Нагадайте про важливість моніторингу лісів для сталого управління та охорони навколишнього середовища.
 - Поясніть, що дистанційне зондування є одним з найефективніших та найменш інвазивних методів отримання інформації про ліси на великих площах.
 - Окресліть мету та завдання заняття, наголосивши на тому, що студенти отримають практичні навички роботи з реальними даними ДЗ.
2. Теоретична частина: Основи дистанційного зондування в лісівництві (20-30 хв):
 - Принципи ДЗ: Що таке ДЗ? Види сенсорів (пасивні/активні), електромагнітний спектр, просторова, спектральна, часова та радіометрична роздільна здатність.
 - Основні платформи та джерела даних: Супутники (Landsat, Sentinel, Planet), безпілотні літальні апарати (БПЛА), аерофотозйомка, LiDAR.
 - Застосування в лісівництві:
 - Картування та інвентаризація: Визначення площі лісів, типів лісу, класифікація порід.
 - Моніторинг змін: Виявлення рубок, пожеж, вітровалів, змін здоров'я лісів.
 - Оцінка біомаси та запасу: Використання даних LiDAR для 3D-моделювання.
 - Моніторинг динаміки та сукцесії.
 - Короткий огляд програмного забезпечення: QGIS (як найбільш доступне та поширене безкоштовне ПЗ), Google Earth Engine (для аналізу великих масивів супутникових даних).
3. Ознайомлення з інструментами та даними (10-15 хв):
 - Переконайтеся, що на комп'ютерах студентів встановлено QGIS або є доступ до Google Earth Engine (GEE).
 - Заздалегідь підготуйте набір демонстраційних даних:
 - Кілька супутникових знімків (наприклад, Landsat або Sentinel-2) однієї лісової території за різні роки (для виявлення змін).
 - Деякі аерофотознімки або дані з БПЛА з високою роздільною здатністю (для деталізації).
 - Дані LiDAR (хмара точок або вже оброблені продукти, наприклад, модель висот крон - CHM) для невеликої ділянки лісу.
 - Поясніть студентам структуру даних та їхнє призначення.

II. Практичний етап (в комп'ютерному класі, 90-120 хв)

1. Налаштування робочого середовища (10-15 хв):
 - Допоможіть студентам відкрити QGIS / GEE.
 - Завантажити підготовлені дані. Налаштувати базові параметри відображення (кольорові композиції, контраст).
2. Завдання 1: Аналіз супутникових знімків (30-40 хв):
 - Виявлення типів лісу: Навчіть студентів візуально розрізняти хвойні, листяні, змішані ліси за кольором, текстурою.
 - Класифікація: Пр продемонструйте базові принципи класифікації (наприклад, за індексом NDVI) для розрізнення лісу від нелісових ділянок.
 - Визначення площі: Використання інструментів QGIS для оцифровування та вимірювання площ лісових масивів.
 - Моніторинг змін: Порівняння знімків однієї території за різні роки для виявлення рубок, розширення/скорочення лісової площі.
3. Завдання 2: Робота з аерофотознімками / даними БПЛА (20-30 хв):
 - Детальний огляд стану лісу: Збільшення масштабу для виявлення окремих дерев, пошкоджень, доріг, слідів діяльності.
 - Оцінка санітарного стану: Виявлення пошкоджених або сухих дерев.
 - Картування мікрооселищ: Визначення великих повалених дерев, галявин, старих дерев (якщо роздільна здатність дозволяє).
4. Завдання 3: Ознайомлення з даними LiDAR (20-30 хв):
 - Візуалізація хмари точок: Якщо можливо, продемонструйте сиру хмару точок для розуміння 3D-структури.
 - Аналіз моделей висот: Робота з моделями висот крон (CHM) для оцінки висоти дерев, виявлення "вікон" у лісовому наметі, оцінки густоти.
 - Оцінка біомаси (теоретично): Поясніть, як дані LiDAR використовуються для розрахунку об'єму деревини та біомаси.
5. Консультації викладача (протягом всього етапу): Викладач постійно надає консультації, відповідає на запитання, допомагає вирішувати технічні проблеми.

III. Аналітичний та заключний етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Обговорення результатів (20-30 хв):
 - Кожна група/студент ділиться своїми спостереженнями та висновками за результатами аналізу даних.
 - Дискусія:
 - Які переваги дистанційного зондування порівняно з традиційними польовими методами?
 - Які обмеження та виклики існують при використанні ДЗ?
 - Як можна комбінувати дані ДЗ з польовими дослідженнями?
 - Як ДЗ може сприяти ефективнішому моніторингу незаконних рубок чи пожеж?
 - Які новітні тенденції у розвитку ДЗ для лісового господарства (наприклад, машинне навчання, AI)?
2. Узагальнення та висновки (15-20 хв):
 - Викладач підводить підсумки заняття, узагальнюючи ключові можливості дистанційного зондування в моніторингу лісів.
 - Підкреслює, що ДЗ є потужним інструментом для швидкого отримання інформації про стан лісів на великих територіях, що дозволяє приймати своєчасні та обґрунтовані управлінські рішення.

- Наголошує на необхідності інтеграції різних методів ДЗ та польових досліджень для отримання найбільш повної картини.
- Надає домашнє завдання: Оформити короткий звіт за результатами практичної роботи, включивши скріншоти виконаних завдань, опис виявлених змін або особливостей структури лісу, а також власні висновки щодо потенціалу ДЗ.

Необхідне обладнання та матеріали:

- Комп'ютерний клас: Зі встановленим програмним забезпеченням QGIS на кожному комп'ютері або стабільний доступ до Google Earth Engine (GEE) через веб-браузер.
- Інтернет-з'єднання: Для завантаження даних (якщо не завантажені заздалегідь) та доступу до GEE.
- Проектор: Для демонстрації викладачем.
- Підготовлені дані ДЗ:
 - Супутникові знімки (наприклад, Landsat 8/9, Sentinel-2) різних дат для однієї або кількох лісових ділянок (для виявлення змін, класифікації).
 - Аерофотознімки або ортофотоплани високої роздільної здатності (наприклад, з БПЛА, або з відкритих джерел).
 - Дані LiDAR: модель висот крон (CHM) або цифрова модель поверхні (DSM) та цифрова модель рельєфу (DTM) для невеликої ділянки.
- Допоміжні матеріали: Методичні вказівки до заняття, список команд QGIS/GEE, бланки для фіксації результатів (опціонально).

Додаткові рекомендації:

- Якщо час обмежений, можна зосередитись на одному або двох методах (наприклад, лише на супутникових знімках та LiDAR).
- Для кращого засвоєння матеріалу, можна використовувати реальні дані з регіону, де розташований навчальний заклад.
- Заохочуйте студентів експериментувати з різними кольоровими композиціями та інструментами аналізу в QGIS/GEE.

Практичне заняття №2. "Польові методи моніторингу лісів".

Це практичне заняття розроблене для ознайомлення студентів з основними польовими методами збору даних для моніторингу лісів. Заняття передбачає безпосередню роботу в лісі, що дозволить студентам набути практичних навичок вимірювання та оцінки лісових показників.

Мета заняття: ознайомити з основними польовими методами збору даних для моніторингу лісів.

Завдання:

- Закладання пробних площ для обліку дерев.
- Визначення таксаційних показників лісу (діаметр, висота, вік).
- Оцінка стану підросту та лісової підстилки.
- Облік мертвої деревини та її вплив на біорізноманіття.

Методи: польові вимірювання, візуальна оцінка, ідентифікація, робота з лісотаксаційними інструментами, фіксація даних.

Алгоритм проведення заняття:

I. Підготовчий етап (в аудиторії або на місці збору, 30-45 хв)

1. Вступне слово викладача (10-15 хв):
 - Нагадайте про важливість моніторингу лісів для сталого управління, оцінки стану та динаміки лісових екосистем.
 - Поясніть роль польових методів як основи для отримання точних даних, які можуть бути використані самостійно або для верифікації даних дистанційного зондування.
 - Окресліть мету та завдання заняття, наголосивши на необхідності ретельності та точності вимірювань.
 - Проведіть інструктаж з техніки безпеки під час роботи в лісі (обережність з інструментами, орієнтування, уникнення небезпечних зон).
2. Теоретична частина: Огляд польових методів та показників (10-15 хв):
 - Вибір та закладка пробних площ: Типи пробних площ (кругові, прямокутні), принципи їх розміщення (випадкове, систематичне), визначення меж.
 - Основні таксаційні показники:
 - Діаметр: Вимірювання діаметра на висоті грудей (ДГ) та його значення.
 - Висота: Вимірювання висоти дерев.
 - Вік: Визначення віку (свердління віковим буром або візуальна оцінка для молодняку).
 - Оцінка підросту та підліску: Методи обліку кількості та стану.
 - Облік мертвої деревини (МД): Класифікація за типами (стоячий сухостій, повалений стовбур, пень) та стадіями розкладу.
 - Оцінка лісової підстилки: Товщина, склад.
3. Ознайомлення з інструментарієм та бланками (10-15 хв):
 - Представте та покажіть інструменти: рулетки, діаметр-мірки, висотоміри (або клинометри), вікові бури, компаси, GPS-навігатори (або смартфони з GPS), планшети, блокноти, олівці/ручки.
 - Роздайте студентам бланки для польового обліку (див. зразок нижче). Поясніть правила заповнення.

II. Польовий етап (в лісі, 90-120 хв)

1. Розбивка на групи та розподіл ролей (10-15 хв):

- Розділіть студентів на невеликі групи (3-5 осіб).
 - У кожній групі призначте ролі: "вимірювач діаметрів", "вимірювач висот", "літописець" (записує дані), "оцінювач МД", "оператор GPS".
 - Кожна група отримує комплект інструментів та бланки.
2. Вибір та закладка пробної площі (15-20 хв):
- Викладач вказує місце для закладки пробної площі або група обирає її самостійно (залежить від мети заняття – демонстраційна чи дослідницька).
 - За допомогою рулетки та компаса (або GPS), студенти розмічають межі пробної площі (наприклад, квадрат 20х20 м або коло радіусом 11.28 м, що дорівнює площі 0.04 га).
3. Збір даних на пробній площі (50-70 хв):
- Облік живих дерев:
 - Кожне дерево на пробній площі нумерується (для зручності).
 - Для кожного дерева: визначається порода, вимірюється діаметр на висоті грудей (ДГ) за допомогою діаметр-мірки.
 - Вимірюється висота кількох репрезентативних дерев кожної породи за допомогою висотоміра.
 - Вік (якщо необхідно): Для кількох дерев, що представляють різні вікові групи, визначається вік за допомогою вікового бура (з обов'язковим інструктажем та обережністю).
 - Дані заносяться до бланка обліку.
 - Облік мертвої деревини (МД):
 - Виявляються всі об'єкти МД на пробній площі (стоячі сухостої, повалені стовбури, пні).
 - Для кожного об'єкта: визначається тип, вимірюються розміри (довжина, діаметр), оцінюється стадія розкладу (за візуальними ознаками).
 - Дані заносяться до бланка.
 - Оцінка підросту та підліску:
 - Проводиться візуальна оцінка або облік кількості підросту (деревних порід висотою до 1.3 м) та підліску (чагарників).
 - Оцінюється їхній стан, життєздатність.
 - Оцінка лісової підстилки:
 - Вимірюється товщина лісової підстилки у кількох точках.
 - Оцінюється її склад (листя, хвоя, гілки).
4. Фотофіксація: Студенти роблять фотографії, що ілюструють різні аспекти пробної площі та її елементів.
5. Консультації викладача (протягом всього етапу): Викладач постійно перебуває поруч, консультує групи, перевіряє правильність вимірювань та заповнення бланків, відповідає на запитання.

III. Аналітичний та заключний етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Систематизація та узагальнення даних (20-30 хв):
 - Кожна група зводить зібрані польові дані у зведені таблиці.
 - Розрахунки (базові):
 - Обчислити середній ДГ та висоту для основних порід.
 - Оцінити приблизний об'єм МД на пробній площі (використання простих формул, наприклад, об'єм циліндра для повалених стовбурів).
 - Побудувати діаметрний розподіл для живих дерев.
 - Підготувати короткий виступ (5-7 хв) з презентацією отриманих даних.
2. Презентації груп та обговорення (20-25 хв):

- Кожна група презентує свої результати: описує ділянку, показує зібрані дані, аналізує виявлені закономірності (наприклад, вікову структуру, кількість МД).
- Дискусія:
 - Які висновки можна зробити про стан лісу на основі зібраних даних?
 - Чи відрізняється ця ділянка від інших лісових масивів, які студенти бачили?
 - Які складнощі виникли під час польових вимірювань? Як їх можна подолати?
 - Як можна використати отримані дані для прийняття управлінських рішень?
 - Які є переваги та недоліки польових методів моніторингу?
- 3. Узагальнення та домашнє завдання (5-10 хв):
 - Викладач підводить підсумки заняття, акцентуючи увагу на важливості точності польових вимірювань як основи для будь-якого лісового моніторингу.
 - Наголошує на тому, що польові дані є необхідними для калібрування та верифікації даних дистанційного зондування.
 - Надає домашнє завдання: оформити детальний звіт з практичної роботи, включивши всі зібрані дані, проведені розрахунки, таблиці, діаграми та висновки щодо стану дослідженої лісової ділянки та ефективності використаних польових методів.

Необхідне обладнання та матеріали (на кожен групу):

- Рулетки (10 м та 20-30 м)
- Діаметр-мірки або мірні стрічки
- Висотоміри (наприклад, Blume-Leiss, Suunto) або клинометри (простіші для демонстрації)
- Віковий бур (1-2 на групу, з обов'язковою демонстрацією та технікою безпеки)
- Компас
- GPS-навігатор або смартфон з функцією GPS (для визначення координат пробної площі)
- Планшети (тверда основа для письма), блокноти, олівці/ручки
- Бланки для польового обліку (друковані)
- Фотоапарат або смартфон з камерою
- Засоби індивідуального захисту: рукавички (для роботи з буром), аптечка першої допомоги, засоби від комах.

Зразок бланка для польового обліку:

Бланк польового обліку на пробній площі

Дата:

Місце розташування: (Лісництво, квартал, виділ, координати GPS)

Розмір пробної площі: (Наприклад, 20x20 м)

Група:

Учасники:

1. Загальна характеристика ділянки:

* Тип лісу: (наприклад, сосновий, буковий, мішаний)

* Загальний стан (опис):

* Особливості рельєфу:

2. Облік живих дерев на пробній площі:

№ п/п	Порода	Діаметр на висоті грудей (ДГ, см)	Висота (м) (для вибраних)	Примітки (стан, дупла)
1				
2				
...				
Всього дерев:				

3. Облік мертвої деревини (МД) на пробній площі:

№ п/п	Тип МД (сухостій, повалений стовбур, пень)	Довжина / Висота (м)	Діаметр (см)	Стадія розкладу (1-5)	Примітки (ознаки життя, гриби)
1					
2					
...					

4. Оцінка підросту та підліску:

* Кількість підросту (орієнтовно, шт./га):

* Домінуючі породи підросту:

* Вираженість підліску (низька, середня, висока):

* Основні види підліску:

5. Оцінка лісової підстилки:

* Середня товщина (см):

* Склад: (наприклад, хвоя, листя, дрібні гілки, мохи)

6. Фотографії: (Номери фото, опис)

Висновок групи:

Які основні характеристики дослідженої лісової ділянки за результатами ваших польових вимірювань? Які методи виявилися найзручнішими/найскладнішими?

Практичне заняття №3. "Моніторинг санітарного стану лісів".

Це практичне заняття має на меті навчити студентів основним методам оцінки санітарного стану лісових насаджень безпосередньо в польових умовах. Заняття дозволить відпрацювати навички виявлення та класифікації пошкоджень дерев, а також оцінки загального стану лісу.

Мета заняття: навчити студентів виявляти та оцінювати пошкодження лісів, визначати їхні причини та ступінь впливу на санітарний стан.

Завдання:

- Визначення типів пошкоджень лісу (вітровал, пожежі, шкідники, хвороби, антропогенні впливи).
- Оцінка ступеня пошкодження окремих дерев та деревостану.
- Прогнозування розвитку осередків шкідників (за наявними ознаками).
- Фіксація та документування результатів моніторингу.

Методи: польові спостереження, візуальна оцінка, ідентифікація, робота з визначниками, фотофіксація, заповнення облікових бланків.

Алгоритм проведення заняття:

І. Підготовчий етап (в аудиторії або на місці збору, 30-45 хв)

1. Вступне слово викладача (10-15 хв):
 - Нагадайте про важливість санітарного стану лісів як показника їхнього здоров'я, стійкості та продуктивності.
 - Поясніть, що моніторинг санітарного стану є ключовим елементом лісового господарства для своєчасного виявлення загроз та прийняття управлінських рішень.
 - Окресліть мету та завдання заняття, наголосивши на необхідності уважності та точності у виявленні та класифікації пошкоджень.
 - Проведіть інструктаж з техніки безпеки під час роботи в лісі (обережність з інструментами, ідентифікація небезпечних дерев, уникнення контактів з отруйними рослинами/комахами).
2. Теоретична частина: Класифікація пошкоджень та методи оцінки (10-15 хв):
 - Основні групи пошкоджуючих факторів:
 - Абіотичні: вітер (вітровал, бурелом), сніг (сніголам, сніговал), посуха, заморозки, пожежі, повені.
 - Біотичні: комахи-шкідники (стовбурові, листогризучі, сисні), грибні хвороби (кореневі гнилі, стовбурові гнилі, іржа), дикі тварини.
 - Антропогенні: незаконні рубки, рекреаційне навантаження, забруднення, лісові пожежі (часто антропогенного походження).
 - Шкали оцінки санітарного стану дерев: Ознайомте студентів з основними шкалами (наприклад, 6-бальна шкала Крайніна або інші прості шкали, що враховують ступінь всихання крони, пошкодження стовбура).
 - Ознаки активності шкідників та хвороб: Роз'ясніть, на що звертати увагу (льотні отвори, смоляні напливи, труха, плодові тіла грибів, зміна кольору хвої/листя, деформації).
3. Ознайомлення з інструментарієм та бланками (10-15 хв):
 - Представте та покажіть інструменти: біноклі (для огляду крон), фотоапарати/смартфони, лупи, визначники (комахи-шкідників, хвороб лісу), блокноти, ручки/олівці, планшети.
 - Роздайте студентам бланки для польового обліку санітарного стану (див. зразок нижче). Поясніть правила заповнення, особливо щодо кодування типів пошкоджень та ступеня всихання.

II. Польовий етап (в лісі, 90-120 хв)

1. Вибір ділянки для моніторингу та розбивка на групи (10-15 хв):
 - Викладач обирає лісову ділянку, яка має ознаки різноманітних пошкоджень (наприклад, ділянка після вітровалу, пошкоджена шкідниками, з ознаками грибних хвороб).
 - Розділіть студентів на невеликі групи (3-5 осіб). Кожна група отримує комплект інструментів та бланки.
2. Проведення візуального моніторингу (50-70 хв):
 - Обстеження ділянки: Групи переміщаються ділянкою, уважно оглядаючи дерева та лісову підстилку.
 - Оцінка санітарного стану окремих дерев:
 - Вибір дерева: Студенти обирають дерева для детального огляду (наприклад, кожне 5-те дерево вздовж маршруту або 10-15 випадкових дерев на умовній пробній площі).
 - Визначення породи та ДГ (орієнтовно).
 - Визначення життєвого стану: Живе, ослаблене, сильно ослаблене, всихаюче, сухостій, свіжий вітровал/бурелом.
 - Виявлення та класифікація пошкоджень: Для кожного дерева фіксуються виявлені пошкодження.
 - Тип пошкодження: Вітер, сніг, пожежа, стовбурові шкідники (короїди, вусачі), листогризучі шкідники, грибні хвороби стовбура/коренів, механічні пошкодження, блискавка тощо.
 - Причина пошкодження: (наприклад, верхівковий короїд, коренева губка, вітровал).
 - Ступінь пошкодження: Оцінюється за шкалою (наприклад, 1-6 балів за всиханням крони, відсоток втрати хвої/листя).
 - Ознаки активності шкідників/хвороб: Фіксуються льотні отвори, смоляні напливи, плодови тіла грибів, наявність комах або їхніх личинок.
 - Фотофіксація: Робляться фотографії характерних пошкоджень та загального вигляду пошкоджених дерев.
 - Занесення даних до бланка обліку.
 - Оцінка загального санітарного стану ділянки:
 - Візуальна оцінка відсотка пошкоджених/всихаючих дерев на ділянці.
 - Визначення основних пошкоджуючих факторів, що діють на ділянці.
3. Консультації викладача (протягом всього етапу): Викладач надає консультації щодо ідентифікації пошкоджень, використання шкал оцінки, допомагає з визначенням видів шкідників/хвороб, перевіряє правильність заповнення бланків.

III. Аналітичний та заключний етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Систематизація та узагальнення даних (20-30 хв):
 - Кожна група зводить зібрані дані у зведені таблиці.
 - Розрахунки (базові):
 - Визначити відсоток дерев, що належать до різних категорій стану (здорові, ослаблені, всихаючі, сухостій).
 - Визначити домінуючі типи пошкоджень на ділянці.
 - Підготувати короткий виступ (5-7 хв) з презентацією отриманих даних.
2. Презентації груп та обговорення (20-25 хв):
 - Кожна група презентує свої результати: описує обстежену ділянку, виявлені пошкодження, домінуючі фактори та відсоток пошкоджених дерев.
 - Дискусія:
 - Які причини пошкоджень виявилися найбільш значущими на ділянці?
 - Чи є ознаки активності шкідників, що вимагають негайного втручання?
 - Які можливі наслідки цих пошкоджень для лісу?

- Які дії необхідно вжити для покращення санітарного стану цієї ділянки (наприклад, санітарні рубки, профілактичні заходи)?
 - Які складнощі виникли під час польового моніторингу і як їх можна подолати?
3. Узагальнення та домашнє завдання (5-10 хв):
- Викладач підводить підсумки заняття, узагальнюючи виявлені тенденції та основні причини погіршення санітарного стану лісів.
 - Наголошує на комплексному підході до моніторингу та управлінню санітарним станом, який включає як польові обстеження, так і дані ДЗ.
 - Надає домашнє завдання: оформити детальний звіт з практичної роботи, включивши всі зібрані дані, аналіз пошкоджень, фотографії, а також пропозиції щодо необхідних санітарних заходів для дослідженої ділянки.

Необхідне обладнання та матеріали (на кожну групу):

- Блокноти, планшети, олівці/ручки
- Бланки для польового обліку санітарного стану (друковані)
- Фотоапарат або смартфон з камерою
- Лупа (для детального огляду шкідників, ознак хвороб)
- Бінокль (для огляду крон високих дерев)
- Визначники (комахи-шкідників лісу, грибів-збудників хвороб лісу) – бажано мати хоча б один на групу.
- Рукавички (для захисту рук)
- Аптечка першої допомоги
- Засоби від комах (репеленти)

Зразок бланка для польового обліку санітарного стану лісу:

Бланк обліку санітарного стану лісової ділянки

Дата:

Місце розташування: (Лісництво, квартал, виділ, опис ділянки)

Тип лісу: (наприклад, сосновий, буковий, мішаний)

Група:

Учасники:

1. Загальна характеристика ділянки:

* Переважаючі породи:

* Приблизний вік:

* Загальне враження про стан лісу (здоровий, ослаблений, пошкоджений):

2. Облік стану окремих дерев:

№ п/п	Порода	Діаметр (орієнтовно, см)	Життєвий стан (код)	Тип пошкодження (код)	Причина пошкодження (опис)	Додаткові ознаки (льотні отвори, гриби, труха)	Фото
1							

2							
...							

Коди життєвого стану дерева:

- 0 - Здорове
- 1 - Ослаблене (легкі пошкодження, незначне всихання крони до 25%)
- 2 - Сильно ослаблене (значні пошкодження, всихання крони 25-50%)
- 3 - Всихаюче (сильні пошкодження, всихання крони 50-75%)
- 4 - Свіжий сухостій (всохло в поточному році, хвоя/листя руде/коричнєве)
- 5 - Старий сухостій (всохло раніше, кора осипається, хвоя/листя відсутнє)
- 6 - Свіжий вітровал/бурелом (повалене/зламане дерево, живе або нещодавно загинуло)
- 7 - Старий вітровал/бурелом (повалене/зламане дерево, що розкладається)

Коди типів пошкоджень (приклади):

- В - Вітер (вітровал, бурелом, сніголам)
- П - Пожежа (ознаки обгорання)
- КШ - Комахи-стовбурові шкідники (короїди, вусачі)
- КЛ - Комахи-листогризучі шкідники
- Г - Грибні хвороби (гнилі, рак)
- М - Механічні пошкодження (людина, тварини)
- З - Забруднення (техногенне)

3. Загальна оцінка санітарного стану ділянки:

* Орієнтовний відсоток пошкоджених/всихаючих дерев:

* Домінуючі пошкоджуючі фактори:

* Наявність осередків шкідників/хвороб (активні/неактивні):

* Загальні рекомендації щодо санітарних заходів на цій ділянці:

4. Фотографії: (Номери фото, опис характерних пошкоджень)

Висновок групи:

Які основні проблеми санітарного стану ви виявили на досліджуваній ділянці? Які першочергові заходи ви б рекомендували для покращення її стану?

Практичне заняття №4. "Моніторинг біорізноманіття лісових екосистем".

Це практичне заняття призначене для ознайомлення студентів з методами оцінки біорізноманіття лісових екосистем у польових умовах. Заняття допоможе студентам набути практичних навичок ідентифікації видів рослин та деяких груп тварин, а також оцінки ключових показників біорізноманіття.

Мета заняття: навчити студентів виявляти та оцінювати різноманіття видів рослин та інших груп організмів у лісових екосистемах.

Завдання:

- Облік видів дерев, чагарників та трав'янистих рослин.
- Оцінка видового різноманіття мохів та лишайників.
- Визначення індикаторних видів для оцінки стану лісу та його природності.
- Фіксація та документування результатів моніторингу.

Методи: польові спостереження, ідентифікація видів за допомогою визначників, візуальна оцінка, фотофіксація, заповнення облікових бланків.

Алгоритм проведення заняття:

I. Підготовчий етап (в аудиторії або на місці збору, 30-45 хв)

1. Вступне слово викладача (10-15 хв):
 - Нагадайте про фундаментальне значення біорізноманіття для стабільності та функціонування лісових екосистем, а також його роль у наданні екосистемних послуг.
 - Поясніть, що моніторинг біорізноманіття є невід'ємною частиною сталого лісоуправління та природоохоронної діяльності.
 - Окресліть мету та завдання заняття, наголосивши на необхідності уважності, терпіння та використання визначників.
 - Проведіть інструктаж з техніки безпеки під час роботи в лісі (уникнення контакту з отруйними рослинами/комахами, безпечне пересування, дотримання етичних норм у поведінці з природою).
2. Теоретична частина: Методи оцінки біорізноманіття та індикаторні види (10-15 хв):
 - Принципи обліку видового різноманіття: Роль пробних площ, трансект, маршрутного обліку.
 - Основні групи організмів для моніторингу:
 - Флора: Деревні породи, чагарники, трав'яний покрив, мохи, лишайники (епіфітні, епіксільні, епігейні).
 - Фауна: Птахи, комахи (особливо ксилофаги, індикаторні види), земноводні, ссавці (ознаки життєдіяльності).
 - Індикаторні види: Що це таке? Наведіть приклади індикаторних видів для природних та старовікових лісів (наприклад, певні види грибів, що ростуть на мертвій деревині, лишайники, види безхребетних).
 - Методи обліку: Візуальна оцінка, фіксація наявності/відсутності, методика "пробних квадратів" для трав'яного покриву та мохів.
3. Ознайомлення з інструментарієм та бланками (10-15 хв):
 - Представте та покажіть інструменти: біноклі (для птахів), фотоапарати/смартфони, лупи, рулетки, визначники (рослин, мохів, лишайників, основних груп комах), блокноти, ручки/олівці, планшети.
 - Роздайте студентам бланки для польового обліку біорізноманіття (див. зразок нижче). Поясніть правила заповнення, особливо щодо реєстрації кожного виду та його місцезнаходження.

II. Польовий етап (в лісі, 90-120 хв)

1. Вибір ділянки для моніторингу та розбивка на групи (10-15 хв):
 - Викладач обирає лісову ділянку, яка є достатньо різноманітною або представляє інтерес з точки зору біорізноманіття (наприклад, ділянка зі старою деревиною, з різними породами, з вологими та сухими мікробіотопами).
 - Розділіть студентів на невеликі групи (3-5 осіб). Кожна група отримує комплект інструментів та бланки.
2. Збір даних на пробній площі/маршруті (50-70 хв):
 - Обстеження ділянки: Групи переміщуються визначеною ділянкою (наприклад, по маршруту або на закладеній пробній площі), уважно спостерігаючи та реєструючи види.
 - Облік рослинного різноманіття:
 - Деревний та чагарниковий яруси: Ідентифікація всіх видів дерев та чагарників, що зустрічаються на ділянці. Фіксація їхнього стану та кількості (для дерев - за діаметровими групами).
 - Трав'яний покрив: Облік видів трав'янистих рослин. Можна використовувати метод "пробних квадратів" (наприклад, 1x1 м) для оцінки проективного покриття або частоти зустрічальності.
 - Мохи та лишайники: Ідентифікація основних видів мохів (на ґрунті, стовбурах, мертвій деревині) та лишайників (на стовбурах, гілках, камінні). Звернення уваги на епіфітні лишайники як індикатори чистоти повітря та старовіковості.
 - Гриби: Фіксація плодових тіл великих грибів, особливо ксилотрофних (що ростуть на деревині), які часто є індикаторами природності лісу.
 - Облік ознак фауни:
 - Птахи: Візуальні спостереження, ідентифікація за голосом. Фіксація гнізд (якщо не порушується).
 - Комахи: Спостереження за великими комахами, ознаками їхньої життєдіяльності (льотні отвори, сліди на деревах).
 - Ссавці: Пошук слідів життєдіяльності (сліди на ґрунті, нори, погризи, послід).
 - Земноводні та плазуни: Спостереження за їхньою присутністю у відповідних біотопах (наприклад, біля водойм, під колодами).
 - Виявлення індикаторних видів: Особливу увагу приділити пошуку та ідентифікації видів, які вважаються індикаторами природних та старовікових лісів.
 - Фотофіксація: Студенти роблять фотографії виявлених видів, особливо рідкісних або індикаторних, а також загального вигляду мікробіотопів.
 - Занесення даних до бланка обліку.
3. Консультації викладача (протягом всього етапу): Викладач надає консультації щодо ідентифікації видів, використання визначників, допомагає у складних випадках, перевіряє правильність заповнення бланків.

III. Аналітичний та заключний етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Систематизація та узагальнення даних (20-30 хв):
 - Кожна група зводить зібрані дані у зведені таблиці.
 - Розрахунки (базові):
 - Визначити загальну кількість виявлених видів у кожній групі (дерева, трави, мохи тощо).
 - Визначити кількість індикаторних видів.
 - За бажанням, розрахувати прості індекси біорізноманіття (наприклад, видове багатство).
 - Підготувати короткий виступ (5-7 хв) з презентацією отриманих даних.
2. Презентації груп та обговорення (20-25 хв):
 - Кожна група презентує свої результати: описує виявлені види, їхню чисельність, наявність індикаторних видів.

- Дискусія:
 - Наскільки високим є біорізноманіття на обстеженій ділянці? Чим це може бути зумовлено?
 - Чи були виявлені рідкісні або червонокнижні види?
 - Які індикаторні види були знайдені і що вони свідчать про стан лісу?
 - Чи відрізняється видове різноманіття цієї ділянки від господарських лісів?
 - Які складнощі виникли під час ідентифікації видів?
 - Яке значення має моніторинг біорізноманіття для лісового господарства та охорони природи?
3. Узагальнення та домашнє завдання (5-10 хв):
- Викладач підводить підсумки заняття, узагальнюючи виявлені закономірності та важливість збереження біорізноманіття.
 - Наголошує на тому, що ліси є одними з найбагатших екосистем на планеті, а моніторинг їхнього біорізноманіття є ключовим для їхнього сталого управління та збереження.
 - Надає домашнє завдання: оформити детальний звіт з практичної роботи, включивши всі зібрані дані про види, фотографії, проведений аналіз біорізноманіття та висновки щодо стану дослідженої лісової ділянки.

Необхідне обладнання та матеріали (на кожную групу):

- Блокноти, планшети, олівці/ручки
- Бланки для польового обліку біорізноманіття (друковані)
- Фотоапарат або смартфон з камерою (з можливістю робити макрознімки)
- Лупа (для детального огляду дрібних рослин, мохів, лишайників, комах)
- Бінокль (для спостереження за птахами)
- Визначники:
 - Визначники дерев та чагарників
 - Визначники трав'янистих рослин
 - Визначники мохів та лишайників (бажано мати хоча б базові)
 - Визначники комах (загальні)
- Рулетки (для визначення розміру пробних квадратів)
- Рукавички (для захисту рук, якщо потрібно збирати зразки)
- Аптечка першої допомоги
- Засоби від комах (репеленти)
- Пакети для збору зразків (для подальшої ідентифікації в лабораторії, якщо дозволено)

Зразок бланка для польового обліку біорізноманіття лісової ділянки:

Бланк обліку біорізноманіття лісової ділянки

Дата:

Місце розташування: (Лісництво, квартал, виділ, опис ділянки, координати GPS)

Тип лісу: (наприклад, сосновий, буковий, мішаний, праліс/господарський)

Група:

Учасники:

1. Загальна характеристика ділянки:

* Особливості рельєфу:

* Наявність водойм, вологих місць:

* Наявність мертвої деревини (оцінка кількості та типів):

* Інші особливості, що впливають на біорізноманіття:

2. Облік видового різноманіття:

№ п/п	Група організмів (дерево, чагарник, трава, мох, лишайник, гриб, птах, комаха, інше)	Назва виду (українська, латинська, якщо відомо)	Кількість / Чисельність (одиниці, оцінка частоти)	Місце зустрічі / Субстрат (на ґрунті, на стовбурі, МД)	Ознаки індикаторного виду? (Так/Ні)	Фото	Примітки
1	Дерево	Дуб звичайний (Quercus robur)	Домінуючий	Деревостан	Ні		
2	Трава	Підсніжник звичайний (Galanthus nivalis)	Одинично	Ґрунт	Так (весняний ефемероїд)		
3	Мох	Сфагнум (Sphagnum sp.)	Багато	Вологий ґрунт	Ні		
4	Лишайник	Уснея бородата (Usnea barbata)	Одинично	Кора старого дерева	Так (чисте повітря, старовіковий ліс)		
5	Гриб	Трутовик справжній (Fomes fomentarius)	Кілька плодових тіл	Сухостій берези	Ні		
6	Комаха	Жук-олень (Lucanus cervus)	1 особина	Біля поваленого стовбура	Так (старовіковий ліс, МД)		
...							

3. Загальна оцінка біорізноманіття ділянки:

* Загальна кількість виявлених видів (усі групи):

* Кількість виявлених індикаторних видів:

* Чи виявлені рідкісні або червонокнижні види? Якщо так, які?

* Ваша оцінка рівня біорізноманіття на цій ділянці (низький, середній, високий):

* Які фактори сприяють або обмежують біорізноманіття на цій ділянці?

Висновок групи:

Які основні характеристики біорізноманіття ви виявили на досліджуваній ділянці? Які рекомендації ви б надали для його збереження або збільшення?

Практичне заняття №5. "Моніторинг змін клімату та їх вплив на ліси".

Це практичне заняття має на меті навчити студентів виявляти та аналізувати вплив змін клімату на лісові екосистеми за допомогою доступних даних та інструментів. Заняття поєднає теоретичні знання з практичною роботою з метеорологічними та лісотаксаційними даними.

Мета заняття: ознайомити студентів з основними підходами до моніторингу змін клімату та їхнім впливом на лісові екосистеми.

Завдання:

- Аналіз метеорологічних даних для визначення тенденцій зміни клімату в певному регіоні.
- Оцінка впливу змін клімату на ріст та розвиток дерев (дендрохронологічні дані, фенологічні спостереження).
- Прогнозування потенційних змін у видовому складі лісів та їх стійкості.
- Розробка пропозицій щодо адаптації лісів до змін клімату.

Методи: робота з базами даних (метеорологічні, лісотаксаційні), графічний аналіз, статистичний аналіз, обговорення кейсів, мозковий штурм, робота в групах.

Алгоритм проведення заняття:

I. Підготовчий етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Вступне слово викладача (10-15 хв):
 - Нагадайте про глобальний характер змін клімату та їхні доведені наслідки для всіх екосистем, зокрема лісів.
 - Підкресліть ключове значення лісів у регуляції клімату, а також їхню вразливість до кліматичних змін.
 - Поясніть, що моніторинг є основою для розуміння впливу та розробки адаптаційних стратегій.
 - Окресліть мету та завдання заняття, наголосивши на аналітичному характері роботи з даними.
2. Теоретична частина: Вплив клімату на ліси та методи моніторингу (20-30 хв):
 - Ключові кліматичні показники: Температура повітря (середня, мінімальна, максимальна), кількість опадів (річна, сезонна), екстремальні події (заморозки, посухи, спека, бурі).
 - Механізми впливу змін клімату на ліси:
 - Зміни ареалів: Зміщення меж поширення видів.
 - Ріст та продуктивність: Прискорення росту в одних регіонах, деградація в інших.
 - Фенологія: Зміни термінів вегетації (цвітіння, розпускання бруньок).
 - Стійкість до загроз: Збільшення вразливості до шкідників, хвороб, пожеж, вітровалів.
 - Видовий склад та біорізноманіття.
 - Методи моніторингу впливу клімату на ліси:
 - Дендрохронологія: Аналіз річних кілець (ширина, густина) як індикатора росту та кліматичних умов.
 - Фенологічні спостереження: Фіксація дат фенологічних фаз.
 - Польові обстеження: Оцінка санітарного стану, всихання, появи нових шкідників/хвороб.
 - Моніторинг лісових пожеж та вітровалів.
 - Використання кліматичних моделей та ГІС.
3. Ознайомлення з джерелами даних та інструментами (10-15 хв):
 - Джерела метеорологічних даних: Покажіть приклади відкритих баз даних (наприклад, National Climatic Data Center (NCDC), кліматичні дані Укргідрометцентру, дані метеостанцій

у вашому регіоні). Заздалегідь підготуйте ексель-файли з температурою та опадами за тривалий період (наприклад, за 30-50 років) для конкретного регіону.

- Джерела лісових даних: Лісотаксаційні дані, дані лісовпорядкування, інформація про пожежі, санітарний стан.
- Інструменти: Програмне забезпечення для роботи з електронними таблицями (Microsoft Excel, Google Sheets), графічні інструменти, базові статистичні функції.

II. Практичний етап (в комп'ютерному класі, 90-120 хв)

1. Розбивка на групи та постановка завдання (10-15 хв):
 - Розділіть студентів на групи (3-5 осіб).
 - Кейс-завдання: Запропонуйте групам роль експертів, яким доручено оцінити вплив змін клімату на ліси певного лісового масиву (гіпотетичного або реального, якщо є дані). Кожна група отримує набір даних.
2. Завдання 1: Аналіз метеорологічних даних (30-40 хв):
 - Студенти працюють з підготовленими даними (температура, опади).
 - Розрахунки: Визначення середньорічних та середньосезонних температур та опадів за певні періоди (наприклад, 1980-1990, 1990-2000, 2000-2010, 2010-2020).
 - Побудова графіків: Графіки зміни температури та опадів за роки. Виявлення тенденцій (зростання/зменшення).
 - Виявлення екстремальних подій: Аналіз аномально посушливих, спекотних або холодних періодів.
 - Висновок: Оцінка, які кліматичні параметри зазнали найбільших змін у регіоні.
3. Завдання 2: Оцінка впливу на ліси (30-40 хв):
 - Надайте гіпотетичні або спрощені дані про стан лісів у цьому ж регіоні за аналогічний період (наприклад, дані про середній приріст, частоту пожеж, обсяги всихання, зміни в санітарному стані для основних порід).
 - Дендрохронологія (моделювання): Можна запропонувати дані про ширину річних кілець для кількох дерев за кілька десятиліть. Завдання – знайти кореляцію між шириною кілець та кліматичними показниками (посуха, спека).
 - Фенологічні спостереження (гіпотетично): Якщо є дані, аналіз зміни дат розпускання листя, цвітіння, плодоношення для конкретних порід.
 - Порівняльний аналіз: Студенти порівнюють зміни клімату з лісовими даними та висувують гіпотези про їхній взаємозв'язок.
4. Завдання 3: Прогнозування та розробка адаптаційних заходів (20-30 хв):
 - Мозковий штурм: На основі виявлених тенденцій та знань про лісову екологію, студенти прогнозують потенційні зміни в лісах у майбутньому (наприклад, зменшення частки чутливих порід, збільшення ризику пожеж).
 - Розробка пропозицій: Групи розробляють короткі стратегії адаптації лісів до змін клімату для досліджуваного регіону. Приклади:
 - Зміна породного складу (використання більш посухостійких порід).
 - Застосування методів "наближеного до природи" лісівництва (збільшення різновіковості, МД).
 - Підвищення пожежної безпеки.
 - Моніторинг нових шкідників/хвороб.
 - Збереження генетичного різноманіття.
5. Консультації викладача (протягом всього етапу): Викладач надає консультації щодо роботи з даними, інтерпретації результатів, допомагає у формуванні гіпотез та розробці адаптаційних стратегій.

III. Аналітичний та заключний етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Презентації груп (25-30 хв):

- Кожна група презентує свої результати: виявлені кліматичні тенденції, їхній вплив на ліси, прогнози та запропоновані адаптаційні заходи. Використання графіків та таблиць.
- 2. Загальна дискусія (20-25 хв):
 - Викладач модерує дискусію:
 - Які кліматичні фактори є найбільш критичними для лісів у вашому регіоні?
 - Які адаптаційні заходи є найбільш пріоритетними та реалістичними для впровадження в Україні?
 - Яка роль науки та освіти у вирішенні проблеми впливу клімату на ліси?
 - Як можна покращити систему моніторингу впливу клімату на ліси в Україні?
 - Обговорення глобальних та локальних аспектів проблеми.
- 3. Узагальнення та висновки (10-15 хв):
 - Викладач підводить підсумки заняття, узагальнюючи виявлені закономірності та запропоновані рішення.
 - Наголошує на комплексному підході до оцінки та адаптації лісів до змін клімату, що вимагає міждисциплінарних знань та співпраці.
 - Підкреслює довгостроковий характер моніторингу та адаптаційних заходів.
 - Надає домашнє завдання: оформити звіт з практичної роботи, включивши аналіз метеорологічних та лісових даних, графіки, прогнози та розроблені адаптаційні стратегії.

Необхідне обладнання та матеріали:

- Комп'ютерний клас: З встановленим програмним забезпеченням для роботи з електронними таблицями (Microsoft Excel, Google Sheets, LibreOffice Calc).
- Проектор: Для демонстрації викладачем та презентацій груп.
- Підготовлені дані:
 - Файли Excel з довгостроковими (30-50 років) щомісячними або річними даними про температуру повітря та кількість опадів для певного регіону (бажано з місцевої метеостанції або доступної бази даних).
 - Гіпотетичні або спрощені дані про стан лісів цього ж регіону за аналогічний період (наприклад, дані про середній приріст, частоту пожеж, обсяги всихання, зміни в санітарному стані для основних порід).
 - Додаткові інформаційні матеріали: статті, звіти про вплив клімату на ліси.
- Допоміжні матеріали: Бланки для запису висновків та пропозицій (опціонально).

Додаткові рекомендації:

- Якщо є можливість, можна використати реальні дендрохронологічні дані з місцевих дерев, щоб студенти могли самостійно провести базовий аналіз річних кілець.
- Запросіть експерта з гідрометеорології або дендрохронології для короткої гостьової лекції або консультації.
- Акцентуйте увагу на "точках перелому" (tipping points), коли екосистема може різко змінити свій стан через кліматичні зміни.
- Під час розробки адаптаційних заходів заохочуйте студентів до креативних та міждисциплінарних рішень.

Практичне заняття № 6. "Моніторинг лісових пожеж".

Це практичне заняття має на меті навчити студентів основним методам моніторингу лісових пожеж, включаючи їх виявлення, оцінку масштабу та аналіз наслідків. Акцент буде зроблений на використанні сучасних технологій та даних дистанційного зондування.

Мета заняття: ознайомити студентів з основними методами моніторингу лісових пожеж, їх виявлення, оцінки масштабу та аналізу наслідків.

Завдання:

- Використання даних дистанційного зондування для виявлення осередків лісових пожеж.
- Оцінка площі та інтенсивності пройдених пожеж.
- Прогнозування пожежної небезпеки на основі метеорологічних даних та індексів.
- Аналіз наслідків пожеж для лісових екосистем.

Методи: робота з програмним забезпеченням ГІС (наприклад, QGIS), онлайн-платформами моніторингу пожеж, аналіз реальних супутникових даних, графічний аналіз, обговорення кейсів.

Алгоритм проведення заняття:

I. Підготовчий етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Вступне слово викладача (10-15 хв):
 - Нагадайте про зростаючу проблему лісових пожеж у контексті змін клімату та їхні руйнівні наслідки для лісів, біорізноманіття та людства.
 - Поясніть ключову роль моніторингу пожеж для раннього виявлення, оперативного реагування та планування відновлювальних заходів.
 - Окресліть мету та завдання заняття, наголосивши на практичному застосуванні інструментів та даних.
2. Теоретична частина: Основи моніторингу лісових пожеж (20-30 хв):
 - Причини виникнення пожеж: Природні (блискавки) та антропогенні (необережне поводження з вогнем, підпали).
 - Класифікація пожеж: Низові, верхові, підземні.
 - Методи виявлення пожеж:
 - Наземні патрулі, спостережні вежі.
 - Авіаційний моніторинг.
 - Дистанційне зондування (ключова увага):
 - Використання супутникових даних (MODIS, VIIRS) для виявлення теплових аномалій (активних пожеж) та згарищ.
 - Застосування знімків високої роздільної здатності (Sentinel-2, Landsat) для детальної картографії згарищ.
 - Індекси пожежної небезпеки: Поясніть принципи розрахунку та використання (наприклад, шкала Нестерова, FWI).
 - Наслідки пожеж: Втрата біомаси, зміна ґрунтів, вплив на гідрологічний режим, біорізноманіття, емісія парникових газів.
 - Огляд програмного забезпечення/платформ: QGIS, Google Earth Engine, Fire Information for Resource Management System (FIRMS), Copernicus EMS.
3. Ознайомлення з інструментами та даними (10-15 хв):

- Переконайтеся, що на комп'ютерах студентів встановлено QGIS або є доступ до GEE / FIRMS.
- Заздалегідь підготуйте набір демонстраційних даних:
 - Дані активних пожеж: Точкові дані з FIRMS або інших джерел, що показують гарячі точки.
 - Супутникові знімки (Sentinel-2 або Landsat) ділянки до та після пожежі (особливо згарища).
 - Метеорологічні дані (температура, опади, швидкість вітру) для розрахунку індексу пожежної небезпеки.

II. Практичний етап (в комп'ютерному класі, 90-120 хв)

1. Налаштування робочого середовища (10-15 хв):
 - Допоможіть студентам відкрити QGIS / GEE / FIRMS.
 - Завантажити підготовлені дані. Налаштувати базові параметри відображення.
2. Завдання 1: Виявлення та моніторинг активних пожеж (25-30 хв):
 - Робота з FIRMS (або аналогічною платформою):
 - Покажіть, як знаходити активні гарячі точки на карті.
 - Інтерпретувати атрибути точок (час виявлення, довіра).
 - Обговорити обмеження виявлення активних пожеж супутниками (розмір, хмарність).
 - Візуалізація: Нанести ці точки на карту в QGIS (якщо використовується).
3. Завдання 2: Оцінка площі та інтенсивності пройдених пожеж (35-45 хв):
 - Аналіз супутникових знімків згарищ:
 - Завантажити знімки до та після пожежі (наприклад, Sentinel-2 з різницею в місяць/рік).
 - Візуальне визначення меж згарища: Навчіть студентів розрізняти згарища за зміною кольору, текстури.
 - Оцифровування згарища: Використання інструментів оцифровування в QGIS для створення полігону згорілої площі.
 - Вимірювання площі: Розрахунок площі оцифрованого полігону.
 - Розрахунок індексів горіння (NDVI / NBR): Коротко поясніть принципи NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) та NBR (Normalized Burn Ratio) та як їх використовувати для виявлення згорілих ділянок та оцінки інтенсивності горіння. Якщо час дозволяє, проведіть базовий розрахунок в QGIS/GEE.
4. Завдання 3: Прогнозування пожежної небезпеки (20-25 хв):
 - Надайте студентам таблицю з метеорологічними даними (температура, опади, швидкість вітру) за декілька днів/тижнів.
 - Розрахунок індексу пожежної небезпеки: Запропонуйте спрощений алгоритм розрахунку (наприклад, "лічильник Нестерова" або інший простий індекс, що враховує температуру і дефіцит опадів).
 - Інтерпретація результатів: Обговоріть, як розрахований індекс співвідноситься з реальною пожежною ситуацією (якщо є дані про пожежі за ці дні).
5. Консультації викладача (протягом всього етапу): Викладач постійно надає консультації, відповідає на запитання, допомагає вирішувати технічні проблеми.

III. Аналітичний та заключний етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Обговорення результатів (20-30 хв):
 - Кожна група/студент ділиться своїми спостереженнями та висновками за результатами аналізу даних.
 - Дискусія:
 - Які висновки можна зробити про масштаб та інтенсивність досліджених пожеж?
 - Які фактори найбільше впливають на пожежну небезпеку?
 - Як можна покращити системи раннього виявлення пожеж?
 - Які довгострокові наслідки матиме пожежа для лісової екосистеми?

- Як моніторинг пожеж допомагає у розробці стратегій відновлення лісів?
- 2. Узагальнення та висновки (15-20 хв):
 - Викладач підводить підсумки заняття, узагальнюючи ключові можливості моніторингу лісових пожеж.
 - Підкреслює комплексність проблеми пожеж та необхідність інтеграції ДЗ, польових даних та прогнозних моделей.
 - Наголошує на важливості превентивних заходів та свідомості населення у запобіганні лісовим пожежам.
 - Надає домашнє завдання: Оформити короткий звіт за результатами практичної роботи, включивши скріншоти виконаних завдань (наприклад, карта згарища, графік індексу пожежної небезпеки), опис виявлених даних, аналіз наслідків та власні висновки щодо ефективності моніторингу пожеж.

Необхідне обладнання та матеріали:

- Комп'ютерний клас: Зі встановленим програмним забезпеченням QGIS або доступом до Google Earth Engine (GEE) / FIRMS.
- Інтернет-з'єднання: Для доступу до онлайн-платформ та завантаження даних.
- Проектор: Для демонстрації викладачем.
- Підготовлені дані:
 - Файли Excel з метеорологічними даними (температура, опади, швидкість вітру) для регіону, де відбулася пожежа.
 - Супутникові знімки (Sentinel-2 або Landsat) ділянки до та після відомої пожежі (згарища).
 - Можливо, дані активних пожеж (FIRMS hotspots) за певний період для демонстрації.
- Допоміжні матеріали: Методичні вказівки до заняття, таблиці для запису розрахунків індексів пожежної небезпеки.

Додаткові рекомендації:

- Якщо є можливість, запросіть представника ДСНС або лісового господарства, який має досвід боротьби з лісовими пожежами, для короткої гостьової лекції.
- Заохочуйте студентів до пошуку реальних кейсів лісових пожеж в Україні та їх самостійного аналізу.
- Обговоріть роль соціальних мереж та громадськості у виявленні та інформуванні про лісові пожежі.

Практичне заняття № 7. "Моніторинг незаконних рубок".

Це практичне заняття має на меті навчити студентів методам виявлення, документування та оцінки незаконних рубок лісу. Основний акцент буде зроблений на поєднанні польових методів з аналізом даних дистанційного зондування, що є ключовим у боротьбі з цим явищем.

Мета заняття: ознайомити студентів з основними методами моніторингу незаконних рубок, їх виявлення та оцінки.

Завдання:

- Використання супутникових знімків для виявлення підозрілих змін у лісовому покриві.
- Аналіз даних лісової документації для виявлення невідповідностей.
- Застосування GPS-технологій для точної локалізації та фіксації місць рубок.
- Польове підтвердження та документування фактів незаконних рубок.

Методи: робота з ГІС (QGIS, Google Earth Engine), аналіз супутникових знімків, робота з лісовою документацією, польове обстеження, фотофіксація, заповнення актів.

Алгоритм проведення заняття:

І. Підготовчий етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Вступне слово викладача (10-15 хв):
 - Наголосіть на серйозності проблеми незаконних рубок в Україні та світі, їхніх економічних, екологічних та соціальних наслідках.
 - Підкресліть, що ефективний моніторинг є ключовим для виявлення, припинення та запобігання цим злочинам.
 - Окресліть мету та завдання заняття, наголосивши на необхідності поєднання теоретичних знань з практичними навичками роботи з даними та в польових умовах.
 - Проведіть інструктаж з техніки безпеки (унікати конфліктних ситуацій при виявленні, обережність при роботі в лісі, дотримання законодавства).
2. Теоретична частина: Методи виявлення та документування (20-30 хв):
 - Ознаки незаконних рубок: Відсутність документів, несвоєчасне вивезення деревини, рубки поза відведеними ділянками, рубки невідповідним чином (наприклад, пошкодження підросту).
 - Методи моніторингу незаконних рубок:
 - Дистанційне зондування (ДЗ):
 - Порівняння супутникових знімків за різні періоди (до/після).
 - Використання індексів (наприклад, NDVI) для виявлення змін рослинного покриву.
 - Використання сервісів онлайн-моніторингу (Global Forest Watch).
 - Наземні обстеження: Патрулювання, робота з громадськими інспекторами.
 - Аналіз лісової документації: Перевірка лісорубних квитків, таксаційних описів, карт, порівняння з реальними обсягами.
 - Застосування GPS-технологій: Фіксація координат, маршрутів, меж рубок.
 - Процедура документування: Складання актів, протоколів, фото- та відеофіксація, збір речових доказів.
 - Юридичні аспекти: Короткий огляд законодавства щодо незаконних рубок та відповідальності.
3. Ознайомлення з інструментами та даними (10-15 хв):
 - Переконайтеся, що на комп'ютерах студентів встановлено QGIS та є доступ до Google Earth Engine (GEE) або Global Forest Watch (GFW).

- Заздалегідь підготуйте набір демонстраційних матеріалів:
 - Пари супутникових знімків (наприклад, Sentinel-2 або Landsat) однієї лісової ділянки, де відбулися підозрілі зміни (імовірно, незаконні рубки), за різні дати.
 - Зразки лісорубних квитків, таксаційних описів (реальні або умовні).
 - Зразок бланка акта огляду місця незаконної рубки.
 - Файли GPS-треків (якщо є).

II. Практичний етап (в комп'ютерному класі та/або в полі, 90-150 хв)

Варіант А: Орієнтація на ДЗ та документацію (в комп'ютерному класі, 90-120 хв)

1. Завдання 1: Виявлення підозрілих рубок за допомогою ДЗ (40-50 хв):
 - Робота з Google Earth Engine (GEE) або Global Forest Watch (GFW):
 - Покажіть, як використовувати ці платформи для пошуку змін у лісовому покриві за певний період.
 - Навчіть інтерпретувати колірні зміни на знімках, що свідчать про рубки.
 - Визначити координати підозрілих ділянок.
 - Аналіз в QGIS:
 - Завантажити пару знімків "до" та "після" (наприклад, Sentinel-2).
 - Навчити студентів візуально виявляти ділянки рубок.
 - Оцифрувати межі підозрілих ділянок та визначити їхню площу.
 - Порівняти виявлені ділянки з наявними картами (наприклад, лісовпорядкування), якщо вони надані.
2. Завдання 2: Аналіз лісової документації та порівняння (30-40 хв):
 - Надайте студентам зразки лісорубних квитків та таксаційних описів для певного лісового кварталу/виділу.
 - Завдання: Порівняти площі та обсяги рубок, дозволені документами, з площами, виявленими на супутникових знімках.
 - Виявити невідповідності (наприклад, рубка проведена, але дозволу немає; площа рубки перевищує дозволену).
 - Висновок: Чи є ознаки незаконної рубки за документами та супутниковими даними?

Варіант Б: Комбінований (ДЗ + польовий вихід, 120-150 хв + час на дорогу)

- Частина 1 (в аудиторії, 40-50 хв): Виконати Завдання 1 з Варіанту А (виявлення підозрілих ділянок за допомогою ДЗ).
- Частина 2 (польовий вихід, 80-100 хв):
 - Підготовка до виїзду: Студенти отримують координати "підозрілих" ділянок, роздруковані карти (якщо можливо), бланки актів.
 - Навігація: За допомогою GPS-навігатора (або смартфона з GPS) групи дістаються до ділянок, виявлених за допомогою ДЗ.
 - Польове підтвердження:
 - Огляд місця рубки: Перевірка меж, наявність пнів, деревини, слідів техніки.
 - Вимірювання: Вимірювання діаметрів пнів, визначення кількості зрізаних дерев. (Можна використати знання з попереднього заняття з таксації).
 - Фото- та відеофіксація: Детальна зйомка місця рубки, пнів, залишків деревини, можливих слідів (наприклад, колії).
 - Виявлення ознак незаконності: Відсутність маркування пнів, невідповідність породного складу/обсягу дозволу.
 - Документування: Заповнення бланка акта огляду місця незаконної рубки, внесення координат GPS.
 - Консультації викладача: Викладач супроводжує групи, допомагає у фіксації та документуванні.

III. Аналітичний та заключний етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Обговорення результатів (20-30 хв):

- Кожна група презентує свої результати:
- Для Варіанту А: Виявлені ділянки на супутникових знімках, площі, невідповідності у документації.
- Для Варіанту Б: Фотографії з місця рубки, заповнені акти, порівняння з даними ДЗ.
- Дискусія:
- Наскільки ефективними є методи ДЗ для виявлення незаконних рубок? Які їхні обмеження?
- Які особливості польового документування та фіксації?
- Які основні ознаки, що дозволяють відрізнити законну рубку від незаконної?
- Які кроки повинні бути зроблені після виявлення незаконної рубки (повідомлення правоохоронних органів, лісової охорони)?
- Як можна покращити систему моніторингу та боротьби з незаконними рубками в Україні?

2. Узагальнення та висновки (15-20 хв):

- Викладач підводить підсумки заняття, узагальнюючи виявлені методи та виклики.
- Наголошує на інтегрованому підході, що поєднує космічний моніторинг, аналіз документації та польову перевірку, як найбільш ефективному у боротьбі з незаконними рубками.
- Підкреслює важливість співпраці між лісовою охороною, правоохоронними органами, громадськістю та науковцями.
- Надає домашнє завдання: Оформити звіт з практичної роботи, включивши карти з виявленими рубками (якщо це робилося), аналіз документації, фотодокази (якщо був польовий вихід) та власні висновки щодо ефективності методів моніторингу та пропозиції щодо вдосконалення.

Необхідне обладнання та матеріали:

- Комп'ютерний клас: З встановленим QGIS або доступом до GEE / GFW.
- Інтернет-з'єднання: Для онлайн-платформ та завантаження даних.
- Проектор: Для демонстрації.
- Підготовлені дані:
 - Супутникові знімки (пари "до/після") ділянок з імовірними незаконними рубками.
 - Зразки лісорубних квитків, таксаційних описів.
 - Карти лісових кварталів/виділів (якщо є).
- Для польового виходу (Варіант Б):
 - GPS-навігатори або смартфони з GPS та встановленими картографічними додатками.
 - Фотоапарати/смартфони з хорошою камерою.
 - Рулетки (для вимірювання діаметрів пнів).
 - Бланки акта огляду місця незаконної рубки (друковані).
 - Планшети, блокноти, ручки/олівці.
 - Засоби індивідуального захисту: рукавички, зручний одяг та взуття, аптечка.

Практичне заняття №8. "Обробка та аналіз даних моніторингу лісів".

Це практичне заняття має на меті навчити студентів базовим методам обробки, систематизації та аналізу польових даних моніторингу лісів. Основний акцент буде зроблений на використанні табличних процесорів (наприклад, Microsoft Excel або Google Sheets) та основних статистичних функцій для отримання осмислених результатів.

Мета заняття: навчити студентів систематизувати, обробляти та аналізувати польові дані моніторингу лісів, робити на їх основі висновки.

Завдання:

- Введення та структурування зібраних польових даних у табличний процесор.
- Статистична обробка даних (розрахунок середніх значень, стандартних відхилень, побудова розподілів).
- Створення графіків та діаграм для візуалізації отриманих результатів.
- Інтерпретація результатів та формулювання висновків.

Методи: робота з електронними таблицями, застосування статистичних функцій, побудова графіків, аналіз даних, обговорення.

Алгоритм проведення заняття:

I. Підготовчий етап (в аудиторії, 30-45 хв)

1. Вступне слово викладача (10-15 хв):
 - Нагадайте студентам, що збір даних – це лише перший крок у моніторингу. Без належної обробки та аналізу, сирі дані не мають великої цінності.
 - Поясніть, що якісний аналіз дозволяє виявити тенденції, закономірності, оцінити стан лісів та обґрунтувати управлінські рішення.
 - Окресліть мету та завдання заняття, наголосивши на важливості точності та уважності при роботі з даними.
 - Підкресліть, що це заняття є логічним продовженням попередніх польових робіт і дозволить "оживити" зібрані дані.
2. Теоретична частина: Принципи обробки та аналізу даних (10-15 хв):
 - Типи даних: Кількісні (неперервні, дискретні), якісні (номінальні, порядкові).
 - Базові статистичні показники: Середнє арифметичне, медіана, мода, стандартне відхилення, розмах. Їхнє значення для характеристики даних.
 - Види розподілів: Нормальний розподіл, асиметрія.
 - Основи візуалізації: Типи графіків (гістограми, стовпчасті діаграми, кругові діаграми, лінійні графіки) та їхнє застосування для різних типів даних.
 - Етапи аналізу даних: Очищення, структурування, обробка, візуалізація, інтерпретація.
 - Короткий огляд функцій Excel/Google Sheets, які будуть використовуватися (AVERAGE, STDEV.S, COUNTIF, IF, VLOOKUP, функції для побудови графіків).
3. Ознайомлення з вихідними даними та інструментами (10-15 хв):
 - Переконайтеся, що на комп'ютерах студентів встановлено Microsoft Excel або є доступ до Google Sheets.
 - Надайте студентам:
 - Зведені польові дані (з попередніх занять, або підготовлений викладачем умовний набір даних), які імітують реальні записи з пробних площ (наприклад, таксаційні показники дерев, дані про МД, санітарний стан, видовий склад).
 - Бланки або шаблон Excel для внесення та обробки даних (якщо не був підготовлений на попередніх заняттях).

II. Практичний етап (в комп'ютерному класі, 90-120 хв)

1. Розбивка на групи та постановка завдання (10-15 хв):
 - Розділіть студентів на групи (3-5 осіб).
 - Кожна група отримує свій набір даних (або працює з єдиним масивом даних, але потім аналізує окремі аспекти).
 - Кейс-завдання: Проаналізувати надані дані моніторингу лісу та підготувати короткий звіт з основними висновками.
2. Завдання 1: Введення та структурування даних (20-30 хв):
 - Студенти вводять надані польові дані у табличний процесор.
 - Структурування: Кожен тип показника (порода, діаметр, висота, стан, тип МД тощо) повинен мати окремий стовпець. Забезпечити послідовне заповнення без пропусків.
 - Очищення даних: Виявлення та виправлення можливих помилок (очевидні помилки введення, пропущені значення).
 - Кодування даних: Якщо є якісні дані (наприклад, порода, стан дерева), показати, як їх можна кодувати для подальшого аналізу (наприклад, "Дуб" -> 1, "Сосна" -> 2; "Здорове" -> 0, "Сухостій" -> 5).
3. Завдання 2: Статистична обробка даних (30-40 хв):
 - Розрахунок базових показників:
 - Для ДГ: Розрахувати середній діаметр, медіану, моду, стандартне відхилення для всього деревостану та/або для окремих порід.
 - Для висоти: Аналогічні розрахунки.
 - Для об'єму МД: Розрахувати загальний об'єм МД на пробній площі (якщо були дані для розрахунку об'єму) та середній об'єм.
 - Частотний розподіл:
 - Створити таблиці частот для діаметрових класів (наприклад, 4-см класи).
 - Створити таблиці частот для категорій санітарного стану (здорове, ослаблене, сухостій).
 - Створити таблиці частот для породного складу.
4. Завдання 3: Візуалізація даних (30-40 хв):
 - Побудова графіків:
 - Гістограма діаметрового розподілу: Показує структуру деревостану за діаметрами.
 - Стовпчаста діаграма: Для розподілу дерев за категоріями санітарного стану.
 - Кругова діаграма: Для візуалізації породного складу.
 - Інші графіки: Лінійні графіки (для динаміки, якщо є дані за кілька років), стовпчасті графіки для порівняння середніх показників різних ділянок.
 - Оформлення графіків: Назви осей, назва графіка, легенда, чіткість.
5. Консультації викладача (протягом всього етапу): Викладач постійно надає консультації, допомагає з формулами, виправленням помилок, вибором типів графіків.

III. Аналітичний та заключний етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Інтерпретація результатів та формулювання висновків (20-30 хв):
 - Кожна група аналізує отримані таблиці та графіки.
 - Відповіді на питання:
 - Яка вікова (діаметрова) структура дослідженої ділянки лісу? Чи є вона одновіковою/різновіковою?
 - Які породи домінують?
 - Який відсоток дерев має ознаки пошкодження? Які категорії стану переважають?
 - Який об'єм мертвої деревини був зафіксований і що це може свідчити про біорізноманіття?
 - Які висновки можна зробити про загальний стан лісової ділянки на основі отриманих даних?
2. Презентації груп та обговорення (20-25 хв):

- Кожна група презентує свої результати аналізу, використовуючи створені графіки та таблиці.
- Дискусія:
 - Чи схожі результати у різних груп (якщо були різні набори даних або ділянки)?
 - Які обмеження цього аналізу? Які дані ще потрібні для повнішої картини?
 - Як отримані висновки можуть бути використані для прийняття управлінських рішень у лісовому господарстві (наприклад, планування рубок, санітарних заходів)?
 - Яке значення має статистична грамотність для лісівника?
- 3. Узагальнення та домашнє завдання (5-10 хв):
 - Викладач підводить підсумки заняття, узагальнюючи важливість аналізу даних для ефективного моніторингу.
 - Наголошує на необхідності критичного мислення при інтерпретації результатів та розумінні обмежень даних.
 - Надає домашнє завдання: Оформити повний звіт з практичної роботи, включивши:
 - Опис вхідних даних.
 - Всі розраховані статистичні показники.
 - Створені графіки та діаграми.
 - Детальний аналіз та інтерпретацію отриманих результатів.
 - Формулювання висновків та рекомендацій для лісового господарства щодо дослідженої ділянки.

Необхідне обладнання та матеріали:

- Комп'ютерний клас: З встановленим програмним забезпеченням Microsoft Excel або стабільним доступом до Google Sheets.
- Проектор: Для демонстрації викладачем та презентацій груп.
- Підготовлені дані:
 - Файли Excel з сирими польовими даними моніторингу лісів (можуть бути зібрані на попередніх заняттях або бути умовним набором даних). Наприклад:
 - Дані таксації дерев (порода, ДГ, висота, категорія стану).
 - Дані обліку мертвої деревини (тип, розміри, стадія розкладу).
 - Дані обліку підросту, підліску.
 - Дані з інших видів моніторингу, які обговорювалися на попередніх заняттях.
- Допоміжні матеріали: Методичні вказівки до заняття, короткий довідник основних функцій Excel, зразки графіків.

Додаткові рекомендації:

- Якщо студенти вже знайомі з основами статистичного аналізу, можна включити більш складні розрахунки, такі як кореляція, t-тест для порівняння ділянок, або аналіз варіативності.
- Заохочуйте студентів до самостійного вибору типів графіків для візуалізації своїх даних, обґрунтовуючи свій вибір.
- Можна використати реальні дані моніторингу з конкретного лісництва (за умови конфіденційності) для більшої актуальності.
- Наголосіть на важливості перевірки даних на аномалії та викиди перед аналізом.

Практичне заняття № 9. "Розробка систем моніторингу для різних типів лісів".

Це практичне заняття має на меті навчити студентів принципам розробки адаптованих систем моніторингу лісів, враховуючи специфіку різних типів лісових екосистем. Заняття передбачає групову роботу, мозковий штурм та застосування знань, отриманих на попередніх заняттях з моніторингу.

Мета заняття: навчити студентів розробляти комплексні системи моніторингу, адаптовані до специфічних потреб різних типів лісових екосистем.

Завдання:

- Визначення ключових показників моніторингу для конкретного типу лісу.
- Вибір оптимальних методів та інструментів для збору даних.
- Розробка алгоритму збору та аналізу даних для обраної системи.
- Обґрунтування необхідності диференційованого підходу до моніторингу.

Методи: групова робота, мозковий штурм, обговорення кейсів, презентації, критичний аналіз, інтеграція знань.

Алгоритм проведення заняття:

І. Підготовчий етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Вступне слово викладача (10-15 хв):
 - Нагадайте студентам, що ліси не є однорідними. Існують різні типи лісів (хвойні, листяні, мішані, старовікові ліси, праліси, лісові культури), кожен з яких має свої особливості структури, динаміки, функцій та загроз.
 - Поясніть, що "універсальна" система моніторингу не завжди ефективна. Для якісного управління необхідно розробляти диференційовані системи моніторингу, які враховують специфіку кожного типу лісу.
 - Окресліть мету та завдання заняття, наголосивши на креативному підході та синтезі знань з попередніх тем.
2. Теоретична частина: Принципи адаптивного моніторингу (20-30 хв):
 - Що таке система моніторингу лісів? (Мережа пробних площ, періодичність, показники, методи, аналіз).
 - Принципи адаптивного моніторингу:
 - Цілеспрямованість: Моніторинг повинен відповідати конкретним управлінським цілям (наприклад, збереження біорізноманіття, протипожежний захист, продуктивність).
 - Релевантність: Вибір показників, що дійсно відображають стан і зміни лісу для даного типу.
 - Ефективність: Оптимізація ресурсів (час, кошти, обладнання) при зборі даних.
 - Гнучкість: Можливість адаптації системи до нових викликів.
 - Особливості моніторингу різних типів лісів (короткий огляд-нагадування):
 - Хвойні ліси: Схильність до пожеж, шкідників (короїди), всихання.
 - Листяні ліси: Більш стійкі до пожеж, але вразливі до заморозків, деяких хвороб, посухи.
 - Праліси/старовікові ліси: Фокус на біорізноманітті, мертвій деревині, унікальних біотопах.
 - Лісові культури/молодняки: Фокус на приживлюваності, рості, санітарному стані, видовій боротьбі.
 - Компоненти системи моніторингу: Мережа ПП, показники, методи, інструменти, періодичність, відповідальні особи, база даних, аналіз, звітність.
3. Формування груп та розподіл кейсів (10-15 хв):
 - Розділіть студентів на групи (4-6 осіб).
 - Кожна група отримує кейс – конкретний тип лісу, для якого потрібно розробити систему моніторингу. Приклади кейсів:

- Група 1: Система моніторингу для соснових лісів (наприклад, Полісся).
- Група 2: Система моніторингу для букових лісів (наприклад, Карпати).
- Група 3: Система моніторингу для старовікових лісів/пралісів.
- Група 4: Система моніторингу для молодих лісових культур (наприклад, на порубках).
- (Якщо групи більше, можна додати мішані ліси, лісосмути, прибережні захисні смуги тощо).

II. Практичний етап (в аудиторії, групова робота, 90-120 хв)

1. Мозковий штурм та планування (20-30 хв):
 - Кожна група збирається та починає обговорювати свій кейс.
 - Визначення цілей моніторингу для свого типу лісу (наприклад, для соснових лісів – раннє виявлення короїда та пожеж; для пралісів – збереження біорізноманіття та МД).
 - Визначення ключових показників, які потрібно моніторити, виходячи з цілей (наприклад, для соснових: санітарний стан, наявність комах-шкідників, пожежна небезпека; для пралісів: видове різноманіття, об'єм МД, вікова структура).
2. Розробка компонентів системи моніторингу (50-70 хв):
 - Групи розробляють детальний план системи:
 - Мережа пробних площ: Тип (кругові/квадратні), розмір, кількість, схема розміщення (систематична, випадкова, цілеспрямована). Обґрунтування.
 - Методи збору даних: Для кожного показника – який метод використовувати (польовий облік, ДЗ, комбінований).
 - Інструменти: Яке обладнання необхідне (GPS, діаметр-мірки, дрони, супутникові знімки, ГІС).
 - Періодичність: Як часто проводити моніторинг для кожного показника (щорічно, раз на 5 років, постійно).
 - Відповідальні особи: Хто буде збирати та аналізувати дані (лісівники, науковці, екологи).
 - База даних та аналіз: Як зберігати та обробляти дані (Excel, ГІС, спеціалізоване ПЗ). Які види аналізу проводити.
 - Звітність: Формат звітів, періодичність.
 - Заповнення шаблону: Кожна група заповнює спеціально підготовлений шаблон для своєї системи моніторингу.
3. Підготовка до презентації (20-30 хв):
 - Групи готують коротку презентацію (5-7 хв) своєї розробленої системи моніторингу.
 - Слайди повинні включати: тип лісу, цілі, ключові показники, обрані методи/інструменти, періодичність, обґрунтування вибору.

III. Аналітичний та заключний етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Презентації груп (25-30 хв):
 - Кожна група по черзі презентує свою розроблену систему моніторингу.
 - Інші студенти та викладач ставлять запитання та дають коментарі.
2. Загальна дискусія та обговорення (20-25 хв):
 - Викладач модерує дискусію:
 - Які спільні елементи моніторингу для всіх типів лісів?
 - Які суттєві відмінності між розробленими системами? Чим вони зумовлені?
 - Наскільки реалістичними є запропоновані системи з точки зору ресурсів (фінансових, кадрових)?
 - Які переваги дає диференційований підхід до моніторингу?
 - Як можна інтегрувати дані з різних систем моніторингу для створення загальнонаціональної картини?
3. Узагальнення та домашнє завдання (5-10 хв):

- Викладач підводить підсумки заняття, узагальнюючи ключові принципи розробки ефективних та адаптованих систем моніторингу.
- Наголошує на важливості практичної орієнтованості моніторингу та його здатності надавати інформацію для прийняття реальних управлінських рішень.
- Надає домашнє завдання: Кожна група оформлює детальний звіт про розроблену систему моніторингу, включивши всі компоненти, обґрунтування вибору та можливі труднощі у впровадженні.

Необхідне обладнання та матеріали:

- Аудиторія: З доступом до дошки/фліпчарта для мозкового штурму.
- Проектор: Для демонстрації викладачем та презентацій груп.
- Маркери, папір для фліпчарта (для групової роботи).
- Комп'ютери (опціонально): Якщо групи захочуть робити презентації в PowerPoint/Google Slides під час заняття.
- Допоміжні матеріали:
 - Шаблони для розробки системи моніторингу (див. зразок нижче).
 - Довідкові матеріали: Короткі описи типів лісів, переліки інструментів моніторингу, зразки показників.
 - Кейси: Картки з описами типів лісів для кожної групи.

Зразок шаблону для розробки системи моніторингу:

Шаблон розробки системи моніторингу лісів

Назва групи:

Кейс (тип лісу):

1. Мета моніторингу для даного типу лісу:

* Які основні питання ми хочемо з'ясувати за допомогою моніторингу?

* Які управлінські рішення ми хочемо підтримати?

2. Ключові показники моніторингу:

* Які параметри лісу є найбільш важливими для оцінки його стану та динаміки саме для цього типу лісу? (Наприклад, санітарний стан, біорізноманіття, приріст, пожежна небезпека, МД, якість води/грунту).

Показник	Чому важливий для цього типу лісу?

3. Вибір методів та інструментів збору даних:

Показник	Метод збору даних (польовий, ДЗ, комбінований)	Необхідні інструменти / ПЗ

4. Мережа пробних площ (ПП):

- * Тип ПП (круглі/квадратні/трансекти):
- * Розмір ПП:
- * Кількість ПП (орієнтовно):
- * Схема розміщення (систематична, випадкова, цілеспрямована):
- * Обґрунтування вибору:

5. Періодичність моніторингу:

- * Як часто потрібно збирати дані для кожного показника? (Наприклад, щорічно, раз на 5 років, постійно).
- * Обґрунтування:

6. База даних та аналіз:

- * Як будуть зберігатися дані? (Excel, Access, спеціалізована ПС).
- * Які типи аналізу будуть проводитися? (Статистичний, просторовий, порівняльний).

7. Кадрове забезпечення та відповідальність:

- * Хто буде здійснювати моніторинг? (Лісівники, науковці, технік).
- * Які кваліфікації необхідні?

8. Очікувані результати та звітність:

- * Які висновки ми очікуємо отримати?
- * Формат та періодичність звітів.

9. Обґрунтування вибору:

- * Чому саме така система моніторингу є оптимальною для вашого типу лісу?
- * Які потенційні проблеми можуть виникнути при впровадженні?

Практичне заняття № 10. "Використання геоінформаційних систем (ГІС) у моніторингу лісів".

Це практичне заняття має на меті навчити студентів базовим навичкам роботи з геоінформаційними системами (ГІС) для моніторингу лісів. Основний акцент буде зроблений на візуалізації, зберіганні та проведенні просторового аналізу даних, що є ключовим для розуміння лісових процесів.

Мета заняття: ознайомити студентів з основними можливостями ГІС для моніторингу лісів, навчити створювати, візуалізувати та аналізувати просторові дані.

Завдання:

- Створення бази даних для зберігання інформації про ліси.
- Візуалізація даних моніторингу на карті.
- Проведення просторового аналізу даних (наприклад, буферні зони, накладання шарів).
- Створення карт та схем за результатами моніторингу.

Методи: робота з програмним забезпеченням ГІС (QGIS), імпорт та експорт даних, оцифровування, символізація, просторовий аналіз, створення карт.

Алгоритм проведення заняття:

I. Підготовчий етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Вступне слово викладача (10-15 хв):
 - Нагадайте про просторову природу лісових даних і чому ліс не можна моніторити без географічного контексту.
 - Поясніть, що ГІС є потужним інструментом для інтеграції, візуалізації, аналізу та управління просторовою інформацією, яка є критично важливою для моніторингу лісів.
 - Окресліть мету та завдання заняття, наголосивши на набутті практичних навичок роботи з ГІС, що є основою для багатьох професійних сфер.
2. Теоретична частина: Основи ГІС у лісівництві (20-30 хв):
 - Що таке ГІС? Компоненти ГІС (апаратне забезпечення, програмне забезпечення, дані, користувачі, методи).
 - Типи геоданих: Векторні (точки, лінії, полігони) та растрові (знімки, матриці висот).
 - Системи координат: ГІС-проекції, їхнє значення для точності просторових даних.
 - Основні функції ГІС для моніторингу лісів:
 - Зберігання та управління даними: Атрибутивні таблиці.
 - Візуалізація: Картографування, символізація.
 - Просторовий аналіз: Накладання шарів, буферні зони, вимірювання, запити.
 - Створення карт: Компонування, експорт.
 - Огляд програмного забезпечення: QGIS (як найбільш доступне, потужне та безкоштовне програмне забезпечення), ArcGIS (як комерційний стандарт), Google Earth Pro (для візуалізації).
3. Ознайомлення з інтерфейсом QGIS та підготовленими даними (10-15 хв):
 - Переконайтеся, що на комп'ютерах студентів встановлено QGIS.
 - Короткий огляд інтерфейсу QGIS: Панелі інструментів, панель шарів, вікно карти, панель браузера.
 - Заздалегідь підготуйте набір демонстраційних даних:
 - Базові шари: Карта лісництва/кварталу (полігони), гідрографія (лінії/полігони), дорожня мережа (лінії).

- Дані моніторингу (у форматі Excel або CSV): Наприклад, координати пробних площ, дані про виявлені незаконні рубки (координати), точки збору санітарних даних (з атрибутами: порода, стан, тип пошкодження).
- Растрові дані: Супутниковий знімок території (наприклад, Sentinel-2).

II. Практичний етап (в комп'ютерному класі, 90-120 хв)

1. Налаштування робочого середовища та завантаження базових шарів (10-15 хв):
 - Допоможіть студентам відкрити QGIS.
 - Встановити систему координат проекту (наприклад, UTM Zone для свого регіону або WGS84).
 - Завантажити базові векторні шари (квартали, гідрографія, дороги) та растровий знімок.
 - Навчити студентів змінювати символізацію шарів для кращої візуалізації.
2. Завдання 1: Створення бази даних та імпорт точкових даних (30-40 хв):
 - Створення нового векторного шару: Створіть новий точковий шар (наприклад, "Пробні площі" або "Ділянки рубок").
 - Створення атрибутивної таблиці: Додайте необхідні поля (наприклад, "ID", "Дата", "Координати_X", "Координати_Y", "Порода", "Стан", "Площа", "Тип порушення").
 - Імпорт даних з Excel/CSV: Покажіть, як імпортувати табличні дані (з координатами) у QGIS як точковий шар.
 - Ручне оцифрування: Запропонуйте студентам оцифрувати кілька точок або полігонів (наприклад, невеликі ділянки незаконних рубок, помітні на супутниковому знімку) та занести до них атрибутивні дані.
3. Завдання 2: Візуалізація та символізація даних моніторингу (20-30 хв):
 - Символізація точок за атрибутами:
 - Змініть вигляд точкового шару (наприклад, "Пробні площі") так, щоб він відображав різні категорії (наприклад, різні кольори для різних порід або різні розміри для різних значень діаметрів).
 - Символізувати ділянки рубок за типом (законна/незаконна, якщо така інформація є в атрибутах).
 - Додавання підписів до об'єктів: Покажати, як додавати підписи до точок (наприклад, ID пробної площі).
4. Завдання 3: Проведення просторового аналізу (20-30 хв):
 - Буферні зони: Створіть буферну зону навколо річок або доріг (наприклад, 100 м). Поясніть, як це може допомогти у виявленні рубок у природоохоронних зонах.
 - Накладання шарів (Intersection/Union): Якщо є два полігональні шари (наприклад, лісові квартали та полігони згарищ), показати, як їх накласти для визначення, які квартали були пошкоджені пожежею.
 - Прості запити: Виконайте запити до атрибутивної таблиці (наприклад, "Вибрати всі пробні площі, де сосна, або всі рубки з площею > 1 га").
5. Консультації викладача (протягом всього етапу): Викладач постійно надає консультації, допомагає вирішувати технічні проблеми, пояснює функції.

III. Аналітичний та заключний етап (в аудиторії, 45-60 хв)

1. Створення карт та схем (20-30 хв):
 - Компонувальник друку (Print Layout) в QGIS:
 - Покажати, як використовувати компоувальщик для створення якісної карти.
 - Додайте елементи карти: заголовок, легенда, масштабна лінійка, сітка координат, стрілка півночі, джерело даних.
 - Експортувати карту у формат зображення (JPEG/PNG) або PDF.
 - Обговорення: Як якісне картографування покращує розуміння даних моніторингу.

2. Презентації та обговорення (20-25 хв):

- Кожна група/студент презентує свої створені карти та коротко описує виконаний аналіз.
- Дискусія:
 - Як ГІС допомагає інтегрувати дані з різних джерел моніторингу (польові дані, ДЗ)?
 - Які нові можливості для лісового моніторингу відкриває використання ГІС?
 - Які існують обмеження при роботі з ГІС?
 - Як ГІС може сприяти прийняттю більш обґрунтованих управлінських рішень у лісовому господарстві?
 - Які перспективи розвитку ГІС у моніторингу лісів (наприклад, Web-ГІС, інтеграція з мобільними додатками)?

3. Узагальнення та домашнє завдання (5-10 хв):

- Викладач підводить підсумки заняття, узагальнюючи роль ГІС як центрального інструменту в сучасному моніторингу лісів.
- Наголошує на тому, що ГІС є інтегруючою платформою, яка дозволяє збирати, зберігати, аналізувати та візуалізувати просторові дані, що є основою для ефективного управління лісами.
- Надає домашнє завдання: Оформити звіт з практичної роботи, включивши скріншоти виконаних завдань, створені карти, опис проведеного аналізу та висновки щодо ролі ГІС у моніторингу лісів.

Необхідне обладнання та матеріали:

- Комп'ютерний клас: З встановленим програмним забезпеченням QGIS на кожному комп'ютері.
- Проектор: Для демонстрації викладачем.
- Підготовлені дані:
 - Векторні шари: Базові карти (лісництво, квартали, дороги, річки) у форматі Shapefile (.shp) або GeoPackage (.gpkg).
 - Табличні дані моніторингу: Файли Excel або CSV з координатами (для імпорту як точок) та атрибутивними даними (наприклад, дані про пробні площі, місця рубок, санітарні вибірки).
 - Растрові шари: Супутниковий знімок (наприклад, Sentinel-2 у форматі GeoTIFF).
- Допоміжні матеріали: Методичні вказівки до заняття, список основних функцій QGIS, інструкції для виконання завдань.