

Коментар до доповіді Віктора Мельниченка

Сприяння плануванню та впровадженню
багатофункціонального сталого ведення
лісового господарства в Україні

Д.-Р. Айзенхауер

Лейпціг, травень 2025



About the Project “Sustainable Forestry Implementation” (SFI)

The project “Promotion of multifunctional sustainable forest management planning and implementation in Ukraine” (SFI) is a project established in the framework of the Bilateral Cooperation Program (BCP) of the Federal Ministry of Food and Agriculture of Germany (BMEL) with the Ministry of Environment and Natural Resources of Ukraine (MENR). It is a continuation of activities started in the forest sector within the German-Ukrainian Agriculture Policy Dialogue (APD) forestry component.

The Project is implemented based on an agreement between GFA Group, the general authorized executor of BMEL, and the State Forest Resources Agency of Ukraine (SFRA) since October 2021. On behalf of GFA Group, the executing agencies - Unique land use GmbH and IAK Agrar Consulting GmbH - are in charge of the implementation jointly with SFRA.

The project aims to support sustainable forest management planning in Ukraine and has a working focus on the results in the Forest Policy and National Forest Inventory.

Author

D.-R. Eisenhauer

Disclaimer

This paper is published with assistance of SFI but under the solely responsibility of the author D.-R. Eisenhauer under the umbrella of the Sustainable Forestry Implementation (SFI). The whole content, particularly views, presented results, conclusions, suggestions or recommendations mentioned therein belong to the authors and do not necessarily coincide with SFI's positions.

Contacts

Troitska Str. 22-24,
Irpin, Kyiv region
+38 (067) 964-77-02

Зміст

1. Вступ	2
2. Аналіз організаційної структури.....	4
3. Оцінка потоків вуглецю та екосистемних послуг	19
4. Підсумок.....	Error! Bookmark not defined.

1. Вступ

У вищезгаданому звіті Мельниченка (2025) проаналізовано поточну ситуацію в Укрдержліспроекті (який у цьому звіті називається "національне лісогосподарське управління") та визначено необхідні організаційні, функціональні та кадрові вимоги до його розвитку.

Ключовими рамковими умовами є порівняння бажаного портфелю послуг з рівнем кваліфікації наявного персоналу. З цього випливають вимоги до розвитку персоналу. Особлива увага приділяється розвитку навичок застосування ключових технологій: ГІС, дистанційного зондування, управління та аналізу великих обсягів даних, а також оцифровування даних про стан лісів, інформації, яку з них можна отримати, та її використання у плануванні розвитку лісового господарства.

В якості важливої основи у звіті розглядаються можливості розвитку фінансових джерел, без яких інституційне та професійне оновлення Укрдержліспроекту навряд чи можливе. У цьому випадку слід критично оцінити наслідки для вимог щодо ведення лісового господарства відповідно до норм національного законодавства, зокрема лісового та природоохоронного законодавства. Те ж саме стосується надання екологічної інформації відповідно до Директиви Європейського Союзу INSPIRE. У зв'язку з цим, у звіті Мельниченка наголошено на фундаментальних аспектах, які потребують системного та програмного вирішення з урахуванням вимог щодо розвитку людських ресурсів у поєднанні з адекватним фінансуванням. Це, безумовно, критичні фактори для інституційного та професійного оновлення національного офісу лісового планування, яке в контексті відновлення України, швидше за все, буде пріоритетним. Це стосується як фінансування, так і конкуренції за кваліфікований персонал, особливо у сфері вищезгаданих ключових технологій. Зрештою, останнє слід розуміти в європейському контексті і враховувати при наданні підтримки Україні.

Результати національної інвентаризації лісів є основним джерелом інформації про стан лісів. Водночас, вони формують наземний, прив'язаний до місцевості набір довідкових даних для застосування різних методів дистанційного зондування. З цим тісно пов'язана мета послідовної і суворої цифровізації управління даними і процесу лісового планування в цілому. Звіт значною мірою не дає відповіді на питання надання інформації про стан лісів для фактичного планування розвитку лісового господарства на рівні лісогосподарських підприємств. Це призводить до поточного фокусу розвитку, ядром якого є застосування методів дистанційного зондування. Альтернативи цьому методологічному підходу, ймовірно, немає не лише через значне обмеження доступу до лісових масивів України внаслідок війни, але й з огляду на вкрай обмежені людські та фінансові ресурси в поєднанні з нагальною та обмеженою в часі потребою в інформації про стан лісів та послугах з планування їхнього

розвитку. Мельниченко наголошує на використанні штучного інтелекту (ШІ) для обробки та аналізу даних. Тут також є значний потенціал для підвищення ефективності, але його потрібно розвивати. У зв'язку з наявністю відповідного кваліфікованого персоналу це є величезним викликом.

Основні положення звіту можна порівняти з тенденціями планування розвитку лісового господарства (організації лісового господарства) у Німеччині та федеральній землі Саксонія. Це стосується і викликів з точки зору змісту, методології та персоналу, які, однак, мають зовсім інший вимір з огляду на воєнну та післявоєнну ситуацію в Україні.

Слід підкреслити, що у звіті чітко йдеться про координацію та гармонізацію європейської та міжнародної підтримки розвитку лісового сектору України, оскільки це має бути ефективним з точки зору національних інтересів України.

Наступний експертний висновок слідує системному підходу звіту Мельниченка (2025), але також посилається на звіти Айзенхауера (2022, 2023, 2024), оскільки їх зміст безпосередньо пов'язаний повністю або частково з тематичними фокусами, що розглядаються Мельниченком. Крім того, враховано актуальні європейські розробки, що мають значний вплив на планування лісоуправління та розвитку лісового господарства, а також їх реалізацію в Німеччині та федеральній землі Саксонія.

2. Аналіз організаційної структури

2.1 Поточна організаційна структура

Загалом, описана структура підходить як основа для створення національного офісу лісового планування. Це стосується поділу на центральний офіс, регіональні представництва з територіальною відповідальністю, центр національної інвентаризації лісів та структурні підрозділи, що підтримують ефективність роботи.

Критика Мельниченка (2025) в основному стосується наступних аспектів:

- відносини між головним офісом та регіональними представництвами з тенденцією до централізації,
- Дублювання обов'язків, що призводить до неефективної побудови процесів та критичного впливу на безпосереднє надання послуг,

Ці два пункти критики можна вирішити шляхом чіткого визначення обов'язків, суворой організації процесів у поєднанні з простою управлінською ієрархією та розвитком функціонально орієнтованої комунікаційної структури і культури.

- відсутність інтегрованої системи електронного документообігу та аналізу даних,

Це питання є важливим і було предметом експертизи звіту САВЧИНА (2022) "Створення ефективної організації Укрдержліспроекту після закінчення війни" (АЙЗЕНХАУЕР 2023) разом з експертизою звіту РЕВУЦЬКОГО (2023) "Розробка геоінформаційної системи лісового господарства з прив'язкою до місцевості" (АЙЗЕНХАУЕР 2024).

Критичні зауваження, висловлені у звітах САВЧИНА (2022) та РЕВУЦЬКОГО (2023), які були поглиблено розглянуті та в деяких випадках підкріплені підходами до вирішення, знову представлені у звіті МЕЛЬНИЧЕНКА (2025). Це відповідає високому рівню спадкоємності проблем з високою актуальністю для своєчасного пошуку рішень з метою реалізації національної політики України у сфері лісового господарства, довкілля та екологічної інформації. У зв'язку з цим, це тематичні пріоритети, які повинні бути підтримані.

З точки зору рекомендацій, експертні звіти АЙЗЕНХАУЕРА (2023, 2024) розглядають наступні теми відповідно до їх хронології:

- **Поточні та майбутні вимоги до оцінки стану лісів (також у контексті лісового господарства) та лісового моніторингу**

Портфель послуг національного офісу лісового планування повинен бути оцінений і надалі розвиватися з урахуванням вимог відповідних груп користувачів (відомча політика, екологічна політика, структури державної адміністрації та місцевої влади, а також неурядові організації). Деякі з

пов'язаних з цим вимог виходять далеко за межі власне планування розвитку лісового господарства. Це стосується, зокрема, вимог до лісоуправління та лісових адміністрацій і лісових підприємств, що впливають з імплементації європейської екологічної та природоохоронної політики в національне законодавство.

У цьому контексті портфель послуг, який необхідно розробити, і відповідна організаційна структура національного офісу лісового планування можуть відігравати ключову роль.

Слід розглянути можливість перетворення національного офісу лісового планування на центральну організаційну одиницю для моніторингу лісів у широкому розумінні та надання інформації про стан лісів на додаток до власне планування розвитку лісового господарства. Доцільно було б розділити цей процес на етапи, тобто спочатку зосередитися на ключовій сфері інвентаризації лісів та оперативного планування лісокористування (див. МЕЛЬНИЧЕНКО 2025). Крім того, слід розглянути можливість інтеграції наступних сфер послуг, які мають значний вплив на інтерпретацію інформації про стан лісів та планування розвитку лісів (оперативне планування ведення лісового господарства), до національного офісу лісового планування та його регіональних представництв:

- **Дослідження ділянки, типологія лісів з відповідними картографічними послугами**

Це незамінна основа для екологічно та функціонально орієнтованого ведення лісового господарства. Зміна площ, спричинена реальними змінами клімату, означає, що ця основа планування є дуже динамічною, що ще більше посилює корисність прямого інституційного зв'язку з плануванням ведення лісового господарства, а також з інтерпретацією інформації про стан лісів.

- **Ландшафтний розвиток, планування/картування лісових функцій, картування біотопів**

Прямий зв'язок з багатофункціональним веденням лісового господарства та його впровадженням у планування розвитку лісового господарства є очевидним.

- **Моніторинг охорони та захисту лісів**

Зокрема, короткостроковий, середньостроковий та довгостроковий лісозахисний прогноз має безпосередній вплив на планування ведення лісового господарства з метою запобігання та контролю ризиків. Впровадження лісозахисного прогнозу в планування розвитку лісового господарства суттєво впливає на реалістичність формулювання оперативних цілей, а отже, на їхню досяжність. Крім того, цей структурний підрозділ може розробляти стандартизовані методи моніторингу охорони і

захисту лісів, координувати їх впровадження в лісогосподарську діяльність, інтерпретувати отримані дані та розробляти заходи.

- **Розвиток персоналу**

Як знову підкреслює Мельниченко (2025), розвиток персоналу є важливою передумовою для портфеля послуг та ефективності національного офісу лісового планування.

Аналіз звіту САВЧИНА (2022) свідчить про необхідність розвитку підбірки (пулу) робочих місць (120), згаданих у цьому звіті, на користь науково-аналітичного персоналу, який становить лише 30%. Це, в свою чергу, призводить до необхідності програмних кваліфікаційних заходів, згаданих Мельниченко, зокрема у сферах ГІС, дистанційного зондування, управління даними, аналізу та інтерпретації даних. АЙЗЕНХАУЕР (2023) розглядає це питання відносно детально (див. стор. 7, 8).

Це ключове питання, для перспективного розвитку якого заробітна плата є хоча б трохи "конкурентоспроможною" в європейському масштабі.

Поточний проєкт SFI має розробити кваліфікаційні програми для різних цільових груп українських кваліфікованих кадрів із залученням німецьких інституцій. Однак не менш важливо розробити програми, спрямовані на утримання висококваліфікованих фахівців в Україні. Звіт АЙЗЕНХАУЕРА (2023) також містить інформацію з цього питання, яка може бути важливою для подальшого розвитку в Україні.

2.2 Технологія

- **Технологічні заходи - ГІС, дистанційне зондування, інтегративне управління даними, управління даними та надання інформації**

Укрдержліспроект повинен розвивати власні основні компетенції і водночас підтримувати розвиток "ринку постачальників послуг", який уможливить довгострокову підтримку вищезгаданих критично важливих компонентів послуг.

У сфері застосування ГІС та дистанційного зондування було вирішено, що варто розглянути можливість створення національної стартап-компанії для лісового сектору, яка могла б стати важливим компонентом у структурі ринку за межами національних рамок. Поточний проєкт SFI міг би надати початковий імпульс для цього.

При розробці рішення для баз даних (наприклад, MSSQL) як основи для інтегративного зберігання даних, управління даними (та надання інформації) слід дотримуватися наступних принципів:

- Відсутність обслуговування паралельних систем (старих / нових)

- Сувору оцінку даних та інформаційної бази на основі прямого використання
- Виключне узгодження майбутнього збору даних та системи звітності зі зрозумілою потребою в інформації, у поєднанні з її релевантністю щодо зусиль, пов'язаних зі збором даних, управлінням даними та аналізом даних/наданням інформації.
- Уникнення паралельних ІТ-рішень та множинного зберігання даних
- Створення інтерфейсів для використання програмного забезпечення приватними постачальниками послуг (обов'язково!)

Існує (?) або існувала (?) співпраця з компанією Intend щодо розробки програмного забезпечення для обстеження стану лісів (інвентаризації лісів) та планування розвитку лісового господарства. На основі поточного стану справ можна було б розвинути цю розробку. Оцінка та експертиза цієї розробки була проведена в попередній експертизі (АЙЗЕНХАУЕР 2023). Звіт Мельниченка (2025) не містить інформації про стан розробки цього програмного забезпечення або про його тестування та впровадження на практиці.

- **Створення повноцінного порталу геоданих як інструменту інформації та планування**

У цьому звіті відсутній аналіз стану справ у цій сфері. В якості прикладу повністю функціонального порталу геоданих великого державного лісового підприємства з централізованим управлінням було наведено посилання на польське державне лісове господарство. Подібна розробка вже завершена в Саксонії.

Фундаментальне значення має постійне включення даних про правозастосування та гарантування ексклюзивних цифрових потоків даних, включаючи інтегровану перевірку достовірності. Мельниченко (2025) знову звертається до цих аспектів.

Усі теми, коротко згадані вище, значною мірою є предметом аналізу слабких сторін, проведеного Мельниченком (2025), а також його рекомендацій 1.4.1 -1.4.5, що ґрунтуються на цьому аналізі. В обох випадках спостерігається високий рівень згоди зі звітами та експертними висновками, згаданими на початку цього розділу. Як наслідок, корисно проаналізувати, чи відбулися зміни, які наблизили до цільового стану, і якщо так, то якою мірою, щоб мати змогу розвивати ці досягнення.

Можливості використання методів дистанційного зондування та ІС-технологій розглядаються нижче окремо, оскільки обидві теми є надзвичайно важливими для розвитку Укрдержліспроекту і можна припустити, що вже досягнуто значного прогресу в їх застосуванні в різних сферах лісогосподарської практики.

2.2.1 Ефективні методи збору основних даних про ріст лісів

Ефективна реєстрація параметрів деревостанів (економічно вигідна / з великим охопленням території) вимагає використання технологій дистанційного зондування. Для цього можна використовувати супутникові дані, дані з бортових систем реєстрації та дронів. При цьому точність зростає, а охоплення площі зменшується. Лазерне сканування має найбільший потенціал для доповнення або навіть повної заміни традиційного відбору проб для інвентаризації. Повітряне лазерне сканування є кращим для аналізу стану лісів на великих територіях. Найбільшою перевагою порівняно з класичною вибірковою інвентаризацією є те, що інформація може бути отримана для всієї площі, а структура лісу може бути зображена у тривимірному вигляді (горизонтальна і вертикальна структура -> висота дерев, густота, прогалини в деревостанах). Доповнення класифікації деревних порід на основі супутникових знімків (мультиспектральних) може бути корисним. Однак зараз існують підходи, які оцінюють види дерев на основі хмар лазерних точок.

Лазерне сканування за допомогою дронів можна вважати корисним для територій площею до 200 га. Створюється детальне зображення/запис стану лісу, що може бути корисним у разі підвищеної потреби в інформації, наприклад, для аналізу та моніторингу стану типів лісових оселищ на територіях NATURA 2000.

Хююпя, Й., Ю, Х., Каартінен, Х., Кукко, А., Яаккола, А., Лян, Х. та ін. (2018). Інвентаризація лісів за допомогою лазерного сканування. В Топографічному лазерному вимірюванні та скануванні (с. 379-412). CRC Press.

Вулдер, М. А., Уайт, Д. К., Нельсон, Р. Ф., Нессет, Е., Орка, Х. О., Купс, Н. К. та ін. (2012). Лідарна вибірка для характеристики лісів на великих площах: огляд. Дистанційне зондування навколишнього середовища, 121, 196-209.

2.2.2 Використання БПЛА для моніторингу стану лісів, управління даними та аналізу даних

Запис даних:

Дрони здатні генерувати дані з високою роздільною здатністю і мають високий ступінь гнучкості з точки зору використовуваної сенсорної системи; вони легко перемикаються між RGB-камерами, зум-камерами, мультиспектральними камерами і лазерними сканерами. Просторова роздільна здатність знаходиться в сантиметровому діапазоні (значно менше 10 см). Це дозволяє детально вимірювати лісові насадження,

наприклад, породи дерев, висоту дерев, структуру крони та життєздатність. Вони забезпечують швидкий, економічно ефективний і гнучкий збір даних на великих площах, навіть у важкодоступних або недоступних місцях.

Управління даними:

Зібрані дані зазвичай зберігаються на потужних серверах або в хмарних сервісах, щоб забезпечити безпечне та масштабоване управління даними. Важливо мати структуровану базу даних (див. вище), яка містить повні метадані та правильну географічну прив'язку, а також системи координат, щоб ефективно управляти даними та мати можливість їхнього подальшого аналізу.

Аналіз даних:

Як перший крок, наразі необхідно використовувати комерційне програмне забезпечення для аналізу даних, оскільки окремі сенсорні системи зазвичай використовують спеціальні формати, в яких зберігаються необроблені дані. Тенденція полягає в переході від класичних настільних програм до хмарних рішень, де дані також можна зберігати та обробляти безпосередньо. Після того, як на основі необроблених даних були обчислені стандартизовані формати/продукти (лазерне сканування -> .las і дані зображень -> geotiff), ці дані також можна дуже легко обробити за допомогою вільного програмного забезпечення (наприклад, R або Python).

2.2.3 Технічні рекомендації щодо закупівлі БПЛА / сенсорної технології / камери для вищезазначеної мети

Має сенс використовувати дрон (наприклад, DJI M350RTK), який дозволяє змінювати систему датчиків (RGB -> DJI P1, мультиспектральний, лазерний -> DJI L2), а також здатний обробляти дані RTK. Лідер світового ринку DJI наразі пропонує дуже хороший асортимент з точки зору ціни, зручності використання та діапазону сенсорів. Однак це означає залежність від китайського виробника. Окрім DJI, окремі сенсори можна використовувати й інших виробників:

- Мультиспектральний: MicaSense
- Лазерний сканер: GreenValley

2.2.4 Кваліфікація та навчання

Перед використанням продукту дистанційного зондування користувач повинен бути здатним приймати кваліфіковані рішення з наступних питань:

- **Для чого** я хочу використовувати продукт або (вільно) доступну послугу?
- **З якою метою** - для якого **застосування** розроблявся **продукт**?
- Наскільки великою є моя **цільова одиниця** (країна, лісовий район, округ, ділянка, деревостан, ...)?
- Чи була проведена **перевірка якості (валідація) продукту**?
- Чи доступна **додаткова інформація** (наприклад, наземна довідкова інформація), яка дозволяє зробити причинно-наслідкові висновки на основі неспецифічної інформації (наприклад, порушення внаслідок дії абіотичних/біотичних факторів або наслідків регулярних заходів управління)?

На додаток до **огляду наявних технологій і продуктів дистанційного зондування, їхніх характеристик і можливих сфер застосування, потенційні користувачі також повинні мати базове уявлення про формати даних** (наприклад, GeoTIFF, LAS) дистанційного зондування та їхні характеристики. Необхідно також викладати **базові знання про збір даних**, такі як вибір відповідних джерел даних і часу збору даних, планування і виконання польотних місій (особливо при використанні БПЛА) і **управління даними** (імпорт даних, архівування даних, забезпечення якості).

Для того, щоб правильно інтерпретувати та аналізувати дані дистанційного зондування та продукти дистанційного зондування, отримані на їх основі, користувачі також повинні **мати знання екологічних індикаторів** та специфічних для дистанційного зондування характеристик пошкодження дерев. **Здатність використовувати методи обробки та аналізу зображень** (наприклад, класифікацію, індекси рослинності, картування змін) і здійснювати **прості контрольовані та неконтрольовані класифікації** виявляється корисною. **Використання програмного забезпечення ГІС** для інтеграції та аналізу даних дистанційного зондування є важливою передумовою для подальшої обробки та використання даних.

Практичні вправи, засновані на конкретних прикладах застосування, використовуються для інтерпретації даних дистанційного зондування для конкретних питань, створення звітів і карт, а також для оцінки якості даних і перевірки даних дистанційного зондування за допомогою польових досліджень.

Для того, щоб йти в ногу з розвитком нових датчиків, технологій оцінювання і продуктів дистанційного зондування, необхідна **регулярна підготовка і подальше навчання**. Це включає створення посібників, відеоуроків та контрольних списків. Матеріали мають бути адаптовані для відповідних груп користувачів (наприклад, приклади практичного застосування для керівників районів). Для спеціалістів необхідна підготовка та підвищення кваліфікації з конкретного програмного забезпечення для дистанційного зондування.

Створення структур підтримки та платформ є важливим для обміну досвідом між користувачами. Це включає в себе створення **команд підтримки**, створення **груп користувачів** і **форумів для обміну досвідом** та сприяння **співпраці** між різними установами та органами влади.

Кваліфікаційна програма повинна підлягати постійному оцінюванню, щоб мати змогу вчасно реагувати на недоліки та "вузькі місця" і забезпечувати подальше вдосконалення. Це стосується, зокрема, **регулярного аналізу ефективності навчальної програми**, отримання **зворотного зв'язку від учасників** для постійного вдосконалення змісту та методів навчання, а також адаптації змісту до нових технологічних розробок і потреб користувачів.

2.3 Аналіз великих даних - ключові моменти для систематичного технологічного розвитку та навчання персоналу

Системний підхід включає розвиток відповідної технологічної інфраструктури, розробку автоматизованих і стандартизованих процесів аналізу (чітко визначені робочі процеси) та постійне підвищення кваліфікації персоналу шляхом технічного, практичного та міждисциплінарного навчання. Метою має бути залучення фахівців у галузі програмування, статистики та геоінформатики або розвиток їх з наявних кадрів.

Крім того, є потреба в людях, які формують інтерфейс між цими фахівцями та практичними користувачами (лісівниками). Це власне і є кваліфікаційний фокус у розвитку Укрдержліспроекту. Проблема з впровадженням нових технологій (тут: підходів дистанційного зондування) полягає не в тому, що ці методи надають погану інформацію, а в тому, що практичні користувачі не знають, як використовувати цю інформацію, або визнають її додану вартість лише в обмеженій мірі. З іншого боку, фахівці-практики часто не в змозі чітко сформулювати свої інформаційні дефіцити. Тому основною передумовою для послідовного застосування технологічного етапу лісового господарства - оцифрування в лісовому господарстві - є підготовка інженерних кадрів для лісового господарства, які володіють навичками оцифрування (інтерфейсу), а також залучення фахівців з вищезгаданих дисциплін. Цей виклик наразі також є дуже актуальним і нагальним для німецьких державних лісгосподарських компаній.

2.3.1 Рекомендації щодо оптимального технічного та програмного забезпечення для проведення інвентаризації лісів, вимоги до бази даних як основи для зберігання та аналізу даних інвентаризації лісів (великомасштабних та оперативних інвентаризацій)

Оптимальне програмно-апаратне забезпечення для проведення лісових інвентаризацій повинно відповідати наступним вимогам щодо моделі даних та апаратного забезпечення (тези):

- a) Повністю **безпаперовий дизайн процесу обстеження та оцінки** з використанням портативних, міцних польових планшетів (водостійкий захист IP54) з достатньою кількістю запасних батарей. Вимірювальні прилади для визначення розміру дерев, відстані мають сенс лише ультразвукові, оскільки лазерні вимірювачі не працюють в умовах структурованих деревостанів.
- b) **Процедура у складі двох осіб** має сенс, але також можлива і процедура у складі однієї особи за умови відповідної економної структури інвентаризації та невеликих зусиль з вимірювання.
- c) Мета Тимчасова інвентаризація або постійні фіксовані точки з виміряними окремими об'єктами (деревами, сухостоєм....).
- d) Подумати про постійне **маркування** та повторні інвентаризації. Використовувати технологію GNSS, яка полегшує пошук дерев при повторних інвентаризаціях. Тимчасовий відбір проб без маркування можливий, але результати значно різняться через зміну положення та відсутність постійних фіксованих дерев-зразків.
- e) **Централізоване зберігання даних на сервері з функцією обміну даними для зовнішніх сторін** (завантаження та вивантаження зібраних даних) та доступом для інвентаризаційних команд поза адміністрацією.
- f) Концептуальне розмежування завдань адміністратора, управління запасами, персоналу з управління запасами, команд з управління запасами в рамках рольових прав.
- g) Створення ролей для команд з авторизацією доступу з додатку і без участі системного адміністратора. Контроль залишається за менеджером запасів.
- h) Операційні системи **Android або WINDOWS 11**. Можливе використання APP-додатків. Android корисний лише для невеликої кількості параметрів, що реєструються. Екран введення та структура бази даних на базі Windows більше підходять для більш складних процедур запису.

- i) Структура бази даних з полями, які документують **приналежність до окремих дат інвентаризації** для окремих об'єктів. (Для першої інвентаризації так/ні, для 1-ї повторної інвентаризації так/ні...).
- j) Концептуалізоване управління ролями та правами. Різні ролі, такі як група реєстрації та менеджер інвентаризації, мають право виконувати різні редагування, що запобігає перезапису вже зібраних польових даних. Ролям призначаються права на редагування відповідно до індивідуальних параметрів для кожного поля бази даних, окремі редаговані поля розділені за ролями і можуть контролюватися менеджером інвентаризації. Ключове слово: Метадані!
- k) **Автоматизована система документообігу** через прикріплені ключові цифри. Після звільнення точок для команд = WF 2, автоматична зміна WF при завантаженні точок командами на WF 3 з блокуванням полів для обробки командами після повернення.
- l) Збір даних як з прямим доступом до сервера в онлайн-клієнті, так і для звичайного польового використання як офлайн-клієнт з онлайн-з'єднанням для передачі даних.
- m) Універсальний і довгостроково стабільний формат обміну (корисними є формати CSV, TXT....).
- n) Стандартизовані перевірки правдоподібності даних для підвищення якості даних - команда виконує перевірку даних у полі на місці і не повинна переробляти їх, що значно підвищує ефективність (у нашому випадку це близько 900 перевірок, пропущені польові записи, а також невідповідності даних - наприклад, обстеження дерев на недеревному ґрунті).
- o) Інтеграція GNNS для навігації та вимірювання точок у програмне забезпечення та методологію з відповідним шифруванням маркування.
- p) Поле дати для визначення періодів поточного приросту (LZ) є обов'язковим.
- q) Повторення повинні бути враховані і вже створені в структурі бази даних першої інвентаризації. Таблиці з фактичними даними повинні бути дзеркальними та ідентичними таблицям, створеним для попередньої інвентаризації. Після завершення першого раунду дані регулярно вносяться до таблиць попередньої інвентаризації і використовуються для визначення поточного приросту та розрахунку використання для оцінок.
- r) Програмне забезпечення для оцінювання має бути відокремлене від програмного забезпечення для опитування, оскільки оцінювання на локальних комп'ютерах, як правило, не є необхідним. Оцінювання зазвичай здійснюється окремими фахівцями в централізованому

підрозділі . Відмова від опцій оцінювання в програмному забезпеченні для запису спрощує його застосування.

Окрім розробки програмного забезпечення, ці ключові моменти, перелічені у вигляді тез, можна також продемонструвати на прикладах прикладних програм.

2.5 Використання ГІС для підтримки управління лісами та лісового адміністрування

2.5.1 Ключові моменти для систематично структурованої кваліфікаційної програми для різних груп користувачів

Використання географічних інформаційних систем (ГІС) відіграє важливу роль у підтримці управління лісами та лісової адміністрації. За допомогою ГІС користувачі можуть, наприклад, реєструвати лісові насадження, обробляти їх разом з іншими геоданими (наприклад, інформацією про ділянки), аналізувати зміни в лісі та представляти інформацію у вигляді карт (аналогових або цифрових) і додатків - "EVAP-модель" ГІС.

Систематично структурована навчальна програма для різних груп користувачів має важливе значення для ефективного застосування ГІС.

Вона повинна враховувати різні **вимоги і попередні знання** користувачів, щоб забезпечити їх необхідними навичками використання ГІС. Таким чином, фахівці лісового господарства, адміністративний персонал та інші користувачі зможуть ефективно співпрацювати і отримувати максимальну користь від аналізу цифрових карт і даних.

Кваліфікаційна програма для різних груп користувачів повинна включати наступні ключові моменти:

- **Оцінка потреб** - вимоги до знань і навичок роботи з ГІС відрізняються залежно від групи користувачів. Тому першочерговим завданням є визначення різних груп користувачів та їхніх потреб. Це включає в себе
 - o Аналіз різних груп користувачів (наприклад, лісгосп, лісовий район, адміністрація, науковий персонал у спеціалізованих структурних підрозділах центрального офісу національного управління лісового планування та його регіональних відділень) для цілеспрямованої передачі знань,
 - o Визначення конкретних вимог і випадків використання (наприклад, управління, картування заражень короїдами, облік вторинного розвитку, облік одиниць поновлення, планування заходів з управління, моніторинг лісових насаджень, ...)
 - o Визначення цілей, тобто яких компетенцій повинні набути відповідні групи користувачів для ефективного використання ГІС.

- **Базові навчальні** курси - повинні забезпечити користувачам ознайомлення з основами геоінформаційних систем, управлінням даними та основними функціями програмного забезпечення, яке буде використовуватися. Ці базові навчальні курси повинні охоплювати наступні аспекти:
 - o Вступ до ГІС-технологій (основні принципи, сфери застосування)
 - o Огляд програмного забезпечення ГІС, що використовується в компанії або адміністрації (наприклад, QGIS, ArcGIS, а також інформація про існуючі мобільні додатки та спеціалізовані веб-додатки)
 - o Огляд геоданих, наявних у компанії або в адміністрації у вигляді векторних і растрових даних, а також пов'язаних з ними моделей даних
 - o Робота з різними форматами даних (наприклад, фігури, геопакети, растрові дані) та інтерфейсами
 - o Використання сервісів та їх основні відмінності, наприклад, Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS)
 - o Розуміння систем координат, проєкцій
 - o Вимірювання відстаней, обчислення площ
 - o Простий аналіз даних (векторні та растрові дані)
 - o Управління даними, тобто інформація про збір, зберігання, обслуговування та забезпечення якості геоданих
 - o Створення звітів та карт
 - o Захист даних і права доступу.
- **Спеціалізовані модулі** надають поглиблені знання про специфічні додатки для лісового господарства та управління. До них відносяться, наприклад
 - o Навчання роботі зі специфічними для компанії додатками або
 - o Картування та класифікація лісових територій, реєстрація перших ділянок заліснення
 - o Моніторинг пошкоджених ділянок (наприклад, зараження шкідниками, пошкодження від буревію) за допомогою супутникових та аерофотознімків
 - Індекси рослинності (наприклад, NDVI) для моніторингу рослинності
 - Виявлення пошкоджених ділянок за допомогою мультиспектральних зображень, аналіз часових рядів
 - Автоматизовані аналізи
 - o Використання цифрових моделей рельєфу: наприклад, модель рельєфу рослинності для визначення висоти деревостанів і наметів або цифрова модель рельєфу для запису даних про вторинну розробку.
 - o Планування та візуалізація управлінських заходів
 - Підготовка планів управління

- Моделювання (наприклад, заготівля деревини, сценарії лісовідновлення)
 - Оцінювання сталого розвитку та біорізноманіття
 - Поєднання лісових геоданих з даними про погоду та біорізноманіття
- **Практично-орієнтовані**, тобто самостійна робота над керованим проектом, значно підтримують прогрес у навчанні. Для цих вправ слід використовувати програмне забезпечення, доступне на вашому робочому місці. Крім того
 - використовуються реальні дані, які застосовуються у повсякденній практиці
 - можна створювати власні проекти
 - Об'єкти (точки, лінії, області) можуть бути утворені
 - самостійно створювати карти для конкретних проектів, а потім публікувати їх (наприклад, друковане видання або вивантаження у вигляді PDF-файлу)
 - можна проводити простий аналіз даних, наприклад, змін у лісі з плином часу
 - плани управління розробляються з використанням ГІС.
- **Регулярне навчання та підвищення кваліфікації** необхідні для того, щоб йти в ногу з новими технологіями та джерелами даних. Це вимагає регулярного навчання новим функціям, новим доступним джерелам даних і технологіям, участі в семінарах, вебінарах і конференціях, а також діалогу з іншими групами користувачів та експертами.
- **Навчальні матеріали** мають бути створені та адаптовані для відповідних груп користувачів. Це включає створення посібників, відеоуроків та контрольних списків. Матеріали повинні бути підготовлені або адаптовані до потреб відповідних груп користувачів (наприклад, технічні деталі для експертів з ГІС, більш практичні приклади застосування для керівників районів).
- **Підтримка та платформи** створюються як для підтримки користувачів, так і для сприяння обміну досвідом (нетворкінгу) між користувачами. Це включає створення команд підтримки, систем IT-тікетів для запитів на підтримку (швидке реагування на тікети), розвиток груп користувачів і форумів для обміну досвідом та сприяння співпраці між різними установами та органами влади.
- **Кваліфікаційна програма** повинна бути постійно **оцінена**, щоб мати змогу вчасно реагувати на недоліки та вузькі місця і забезпечувати подальше вдосконалення. Це включає регулярний аналіз ефективності навчальної програми, отримання зворотного зв'язку від учасників для постійного вдосконалення та адаптацію змісту до технологічного розвитку і потреб користувачів.

Чітко структурована програма, пристосована до потреб груп користувачів, має гарантувати, що всі групи користувачів зможуть оптимально

використовувати різноманітні можливості ГІС у лісовій практиці. Це сприяє підвищенню технічної компетентності, практичному застосуванню та діалогу між користувачами.

2.5.2 Стандарти зберігання, обслуговування та широкого використання геоданих (тези)

1. **Чітко визначені, стандартизовані та довгострокові моделі даних** із заздалегідь визначеними діапазонами значень, **узгоджені зі спеціалізованими користувачами**, забезпечують послідовний збір даних для різних користувачів (груп) протягом тривалих періодів часу. Це також забезпечує ефективні запити та аналіз даних у довгостроковій перспективі.
2. **Стандартизовані формати даних**, такі як GeoTIFF, GEOPACKAGES або шейп-файли, уможливають безперешкодний обмін і використання геоданих між різними системами та користувачами. Це зменшує проблеми сумісності та полегшує співпрацю між різними організаціями та спеціалістами.
3. **Автоматизація управління геоданими має важливе значення для створення та розповсюдження геоданих.** Децентралізовано зібрані геодані мають бути автоматично синхронізовані, щоб бути доступними для всіх потенційних користувачів у різних додатках у однаковій якості та актуальності. Це включає одноразовий збір даних у точці походження. Необхідно уникати надмірності даних.
4. **Технологічні рамкові умови в середовищі ГІС постійно розвиваються.** Необхідні технологічні зміни є дорогими, але, як правило, незамінними з точки зору перспективної ГІС-інфраструктури.
5. **Метадані мають важливе значення для зручності використання та відстежуваності.** Стандартизовані метадані повинні бути доступними, щоб зробити якість, актуальність і походження геоданих прозорими. Вони повинні містити таку інформацію, як дата створення, джерело даних, точність, використані методи збору, інтервали оновлення та умови використання. Такі стандарти, як ISO 19115, забезпечують перевірену основу для цього.
6. **Контроль якості та обслуговування забезпечують надійність геоданих.** Геодані слід регулярно перевіряти, підтверджувати та оновлювати за необхідності. Це також включає в себе документування змін і версій. Це єдиний спосіб гарантувати, що база даних залишається надійною для аналізу, прийняття рішень і застосування на

практиці. Якість геоданих має бути забезпечена на рівні групи користувачів з найвищими вимогами (місце, час).

7. Мета **архівування геоданих** - зберігати їх протягом невизначеного часу. Заархівовані геодані повинні бути придатними для повторного використання в геоінформаційній системі.
8. **Відкриті стандарти та ліцензійні моделі сприяють широкому використанню.**
Використання відкритих, безліцензійних стандартів і форматів даних, а також відкритих ліцензійних моделей полегшує доступ і подальше використання геоданих.
9. **Доступність та зрозумілість є основою для широкого використання.**
Геодані повинні надаватися на зручних платформах, зрозумілих для всіх користувачів. Це також включає інтуїтивно зрозумілі веб-додатки, варіанти завантаження та чіткі умови використання.
10. При роботі з геоданими необхідно дотримуватися **законодавчих положень про захист даних і авторських прав**, щоб захистити права постачальників даних і запобігти неправомірному використанню.
11. **Міждисциплінарна співпраця посилює розробку стандартів.**
Розробка та впровадження стандартів має відбуватися у тісній співпраці між IT-експертами, користувачами, представниками адміністрації, науки та практики. Це призводить до створення практичних, стійких і загальноприйнятих стандартів, які відповідають різноманітним вимогам.

3. Оцінка потоків вуглецю та екосистемних послуг

Потреба в подальшому навчанні, визначена Мельниченком (2025), має спочатку ґрунтуватися на результатах національної інвентаризації лісів та її оцінці і, крім теми потоків вуглецю та захисту клімату, зосередитися на придатності ("близькості до природи") лісів як індикаторі функціонального біорізноманіття, а також на вираженні та безперервності різних екосистемних послуг. На наступному етапі вимоги до структури лісу можуть бути більш детально визначені для оптимізації екосистемних послуг, які мають особливе значення для функціональності культурного ландшафту (регулювання стоку, поповнення ґрунтових і джерельних вод, боротьба з ерозією і т.д.). Базова багатофункціональність передбачає місцеві пріоритетні функції. Відповідна субординація тісно пов'язана з картуванням функцій лісу як незамінною основою для екологічно і функціонально орієнтованого управління лісами. У цьому відношенні посередництво піддається як тематичний комплекс.

Оцінка даних національної інвентаризації лісів є авторитетною основою для визначення тем, рекомендованих як пріоритетні. У Німеччині Інститут Тюнена (IT) чітко відповідає за обидві теми. Оцінка потоків вуглецю також здійснюється різними відомчими науково-дослідними установами федеральних земель, які, однак, як правило, також спираються на методологічну експертизу IT.

Наведені нижче матеріали можуть стати основою для розробки та впровадження відповідної кваліфікаційної програми:

- a) Збірник вимог EU Inventory Good Practice Guidelines, який формулює специфікації, точність тощо для певних інвентаризацій.
- b) Керівні принципи IPCC щодо інвентаризації парникових газів
- c) FFH-WLRT-Моніторинг (реєстрація, визначення природоохоронних статусів...) Обсяг методу - Thünen-Institut/BfN
- d) Бази даних BWI/CI та методичні томи (BWI = Національна інвентаризація лісів, CI = Національна інвентаризація вуглецю) придатні для розробки подальших рекомендацій та як основа для навчання.
- e) На рівні ЄС можна звернутися до наступного літературного джерела:
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-56201-8_1?fromPaywallRec=true

Крім того, інструкції Швейцарської національної інвентаризації лісів можуть бути використані як приклад комплексної процедури інвентаризації, як за змістом, так і за методологією, а також як основа для навчання.

Оцінка потоків вуглецю відіграє вирішальну роль, серед іншого, у торгівлі вуглецевими квотами. Це питання розглядалося в коментарі до українського

законопроекту "Про популяризацію та економічне стимулювання лісового господарства..." (Айзенхауер 2024). Питання підкреслюється як потенційне джерело фінансування у звіті Мельниченка (2025). Якою мірою і на якій основі ця можливість може бути реалізована, вимагає аналізу поточного стану справ на європейському та міжнародному рівнях.

4. Підсумок

Цей звіт Мельниченка є синтезом цих попередніх звітів та експертиз з конкретною програмною орієнтацією та рекомендаціями щодо продовження проєкту SFI, яких слід дотримуватися, наскільки це можливо. Виникають наступні ключові теми, деякі з яких мають бути обґрунтовані в цьому звіті:

- Необхідно завершити певну дискусію про поточну та потенційну організацію і портфель послуг Укрдержліспроєкту. Цей звіт містить рекомендації з цього приводу.
- Створення ключових технологій, які мають фундаментальне значення для ефективності Укрдержліспроєкту та розвитку державного лісового господарства в Україні, повинно бути віднесено до категорії пріоритетних проєктів. Проєкт SFI повинен це враховувати. У доповіді обговорювалися технічні можливості та структура навчальних програм, які необхідно розробити. Можливі найрізноманітніші підходи - від онлайн-форматів до навчальних візитів до європейських країн. Важливим є збалансоване ставлення до підтримки національних ресурсів України, таких як університети та інші дослідницькі та освітні установи.
- Іншим ключовим аспектом є розвиток співпраці між державним сектором та приватними постачальниками послуг. Тут слід вивчити імпульси, що випливають з наявного досвіду.
- Для подальших програм навчання та розвитку рекомендується спочатку зосередитися на подальшому розвитку методології та оцінці національної інвентаризації лісів, а також на розробці процедури інвентаризації та планування для лісових підприємств.
- У контексті європейських та міжнародних подій, моніторинг та розвиток функціонального біорізноманіття, а також аналіз та оцінка потоків вуглецю в лісах повинні розроблятися та поширюватися у безпосередньому зв'язку з веденням лісового господарства.
- Фінансування лісоуправління та/або лісового моніторингу з включенням торгівлі С-сертифікатами потребує фундаментальної та, зрештою, операційної підтримки. Короткострокова актуальність теми залежить, перш за все, від того, чи буде створена належна основа для торгівлі С-сертифікатами на європейському та міжнародному рівнях до цього часу. Стан справ у 2024 році був представлений у попередньому звіті.
- Розробка процедури картування функцій лісу та її хоча б зразкове впровадження в обраному регіоні є основою для екологічно, економічно та соціально сталого ведення лісового господарства. Це

питання неодноразово піднімалося українськими партнерами під час презентації та обговорення попередніх звітів.

- Впровадження принципів екологічно орієнтованого лісівництва має ґрунтуватися на аналізі сучасного стану лісів України та потенціалу їх розвитку, щоб забезпечити достатню операційну базу для цієї лісогосподарської системи з урахуванням планування розвитку лісового господарства.