



**Проблеми забезпечення якості даних
Національної інвентаризації лісів України:
розробка проєкту посібника з контролю
якості даних**

Ігор Букша

Київ, грудень 2022



About the Project “Sustainable Forestry Implementation” (SFI)

The project “Technical Support to Forest Policy Development and National Forest Inventory Implementation” (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 in Ukraine and has a working focus on the results in the Forest Policy and National Forest Inventory.

Author

Ihor Buksha, forestry expert

Disclaimer

This paper is published with assistance of SFI but under the solely responsibility of the author Ihor Buksha 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 author and do not necessarily coincide with SFI's positions.

Contacts

вул. Троїцька, 22-24,

м. Ірпінь, Київська область

+38 (067) 964-77-02

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Основні принципи забезпечення якості даних НІА України	5
2. Інформація, яка зібрана на ділянках НІА України у Івано-Франківській області та методи її аналізу	9
3. Конвертація польових матеріалів НІА України до програмного забезпечення Field-Mar	10
4. Результати застосування програмного забезпечення Field-Mar для контролю якості даних НІА України	16
5. Рекомендовані заходи для забезпечення якості даних НІА України.....	25
6. Проєкт посібника з контролю якості даних НІА України.....	29
Висновки.....	32
Література	34

ВСТУП

Забезпечення якості даних Національної інвентаризації лісів (НІЛ) є одним з найважливіших складових процесу збору даних на ділянках інвентаризації, мета якого – гарантувати, що дані інвентаризації лісів є науково обґрунтованими та зібраними з дотриманням встановлених вимог і з відомим рівнем точності.

Забезпечення (гарантування) якості даних передбачає контроль їх якості та оцінку якості. Контроль якості дозволяє визначити, чи дотримуються визначені вимоги щодо збору даних. Він охоплює багато операційних процесів збору даних, включаючи методи збору даних, навчання персоналу, польову інспекцію ділянок, перевірку повноти зібраних даних та виявлення наявних помилок, дотримання процедури інформування щодо виявлених помилок тощо. Оцінка якості встановлює мінливість і точність зібраних даних та визначає їх відповідність прийнятій методиці (правилам) збору даних.

У цьому звіті наведені попередні результати дослідження проблеми забезпечення якості даних НІЛ та надані пропозиції щодо розробки проєкту посібника з контролю якості даних НІЛ України.

Звіт підготовлений на основі аналізу реальних польових даних НІЛ України, зібраних у межах Івано-Франківської області в 2021 році спеціалістами Центру НІЛ «ВО Укрдержліспроект» та люб'язно наданих для проведення досліджень, спрямованих на удосконалення процесів забезпечення якості результатів НІЛ.

Роботи проводилися з використанням програмного забезпечення Field-Map, яке розроблене в Інституті дослідження лісових екосистем (IFER, Чеська республіка) і використовується у низці європейських країн у якості базової технології НІЛ. Обробка та аналіз даних НІЛ України проводилися з допомогою модулю Field-Map Inventory Analyst (FMIA) та інших програмних продуктів.

Автор висловлює свою вдячність спеціалістам, які надали значну допомогу при організації та проведенні цього дослідження, зокрема - науковцям УкрНДІЛГА: к.с.-г.н. Пивовар Тетяні Сергіївні, д.с.-г.н. Пастернаку Володимирі Петровичу, провідному інженеру Радченку Олегу Миколайовичу; головному технічному раднику проєкту SFI Сторожуку Віталію Федоровичу; генеральному директору ВО «Укрдержліспроект» Мельниченку Віктору Анатолійовичу, директору Центру НІЛ України к.с.-г.н. Шевчуку Олександрі Васильовичу; керівнику IFER к.н. Мартіну Черни та співробітнику IFER Петру Блажеку.

1. Основні принципи забезпечення якості даних НІЛ України

Започаткування Національної інвентаризації лісів (НІЛ) в Україні вимагає чіткого планування та впровадження системи забезпечення (гарантування) та контролю якості робіт і даних НІЛ.

Законом України «Про внесення змін до Лісового кодексу України щодо проведення національної інвентаризації лісів» означено правове визначення НІЛ, умови її проведення, вказано джерела фінансування та окреслено напрями використання результатів інвентаризації. У квітні 2021 р. Кабінет Міністрів України затвердив «Порядок проведення національної інвентаризації лісів». Одним з важливих завдань при запровадженні НІЛ є розробка та реалізація системи забезпечення (гарантування) та контролю якості виконання робіт. У процесі організації контролю робіт важливими складовими є:

- перевірка дотримання вимог технології та методів виконання робіт, встановлених Порядком;
- своєчасне виявлення і усунення недоліків в роботі польових інвентаризаційних груп;
- виявлення та виправлення помилок в даних;
- забезпечення повноти та цілісності даних та документування діяльності з НІЛ.

Під час контролю якості робіт з НІЛ мають перевірятися обсяги, зміст та якість виконаних польових робіт, процедура підготовки та склад і повнота документації з НІЛ.

Якість Національної інвентаризації лісів (НІЛ) визначається її здатністю надавати дані, які :

- 1) дозволяють оцінити стан лісових ресурсів країни з визначеним рівнем точності,
- 2) дозволяють виявити зміни з визначеною надійністю, і
- 3) є співставними (порівнюваними) у просторі та часі.

Для досягнення цих вимог важливе значення має система забезпечення якості даних НІЛ. Важливим компонентом такої системи є контроль якості даних, який повинен здійснюватися на різних етапах НІЛ: до початку польових робіт (тренування), під час польових робіт (включаючи контрольні переобміри та перевірки) та після їх завершення.

Метою контролю якості є забезпечення відповідності зібраних даних встановленим вимогам. Результати контролю якості повинні також забезпечити зворотний зв'язок, необхідний для розробки реалістичних цілей якості вимірювання, перегляду методів збору даних з метою зменшення

кількості помилок, покращення підготовки спеціалістів та допомоги у інтерпретації результатів.

Для ілюстрації проблеми забезпечення та контролю якості даних НІЛ розглянемо можливі варіанти співвідношення достовірності і точності при оцінюванні показників, які показані на рис. 1: (a) точно, але не достовірно, (b) не точно та не достовірно, (c) достовірно, але не точно, (d) точно та достовірно.

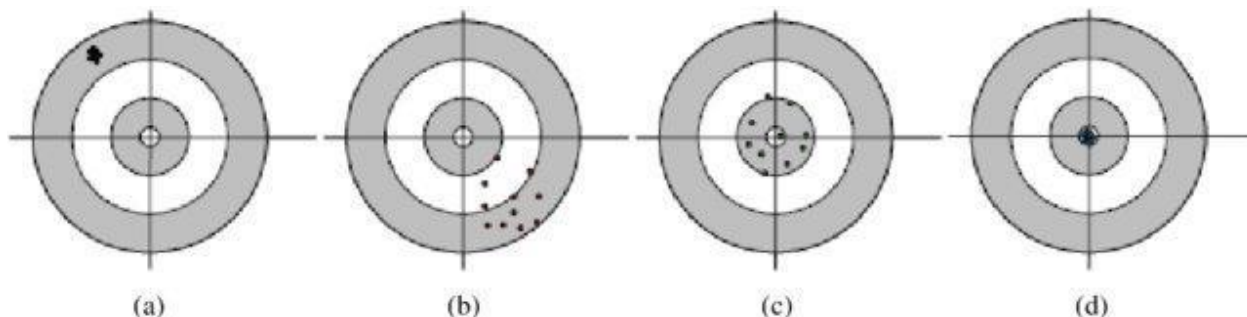


Рис.1 Варіанти співвідношення достовірності і точності при оцінюванні показників (джерело - FCPF Carbon Fund Methodological Framework, 2016).

Мета розробки посібника з контролю якості даних НІЛ України – досягнення результатів, які забезпечать належну відтворюваність визначення показників НІЛ усіма польовими спеціалістами відповідно до варіанту (d).

Під час збору інформації НІЛ необхідно застосовувати правила контролю даних, які обмежують введення помилкових даних та сприяють правильності, узгодженості та точності зібраних даних. Основні компоненти процедур контролю якості даних:

- Верифікація передбачає перевірку типу даних, контроль відповідності введених даних очікуваному типу даних, визначеному для конкретного поля.
- Перевірка діапазонів та перевірка обмежень: контролюється, чи введене значення потрапляє в прийнятний діапазон значень. Перевірка на відсутність запису.
- Перехресні перевірки: перевіряється, чи відповідають дані, введені в різні поля, набору базових припущень. Наприклад: відношення діаметра до висоти, віку та висоти тощо.

Зарубіжний досвід забезпечення якості робіт з НІЛ, наприклад – досвід реалізації НІЛ у Федеративній Республіці Німеччини та більшості країн Європи і Північної Америки, передбачає проведення переобмірів лісових інвентаризаційних ділянок.

Відповідно до кращих зарубіжних практик, НІЛ України має включати наступні компоненти системи гарантування та контролю якості польових робіт:

- планові контрольні переобміри та обстеження інвентаризаційних ділянок з метою оцінки відповідності встановлених польовими групами значень показників нормативам точності, що визначені Порядком проведення національної інвентаризації лісів (2021);
- регулярні наглядові перевірки польових груп з метою забезпечення дотримання технології робіт при обмірах інвентаризаційних ділянок, яка визначена Методичними вказівками з проведення польових робіт з Національної інвентаризації лісів України (затверджені Науково-технічною радою Держлісагентства України 10.03.2021 р., протокол №1).

Обсяг щорічних контрольних переобмірів лісових інвентаризаційних ділянок має становити не менше 5% від загальної кількості ділянок, визначених для обміру в поточному році. При цьому, контрольним переобмірам підлягають не менше 4% від загального числа лісових інвентаризаційних ділянок, обстежених окремою інвентаризаційною групою.

Контрольні переобміри мають проводити контрольні групи з використанням даних, зібраних інвентаризаційною групою, але без участі останніх (так званий "Cold Check"). Кількість ділянок, що підлягають контрольним обстеженням визначається правилом, за яким контрольні переобміри проводять на одній лісовій інвентаризаційній ділянці з вибраного для контролю інвентаризаційного тракту, решта лісових інвентаризаційних ділянок цього тракту підлягають контрольним обстеженням.

Наглядові перевірки проводяться у присутності членів інвентаризаційної групи під час проведення ними польових робіт. Запровадження наглядових перевірок розширює коло осіб, що можуть здійснювати контроль польових робіт з НІЛ.

Важливим елементом системи контролю якості робіт з НІЛ має стати впровадження нормативного документу щодо контролю та нагляду за польовими роботами з національної інвентаризації лісів. Такий документ повинен містити детальні процедури проведення переобмірів та перевірок, форми документації, регламентувати шляхи гарантування якості та вирішення спірних питань.

Висновки щодо якості роботи польової групи має надавати контрольна група із використанням форми порівняльної відомості (порівняння показників, зібраних польовою групою з показниками контрольної групи), форми актів контролю та перевірок виконаних робіт (з зазначенням певних результатів та кроків по їх вдосконаленню), а також форми акту наглядової перевірки (який слугуватиме підстава для оплати виконаних робіт).

Під час проведення контролю за роботою польових інвентаризаційних груп встановлюється наявність похибок у визначенні показників НІЛ. В Порядку

проведення національної інвентаризації для кожного з показників встановлено межі похибок та показник значущості. Кожен показник НІА залежно від складності його визначення чи вимірювання, а також важливості правильного встановлення, отримав відповідний числовий рівень значущості подібно до того, як це впроваджено, наприклад в НІА Італії. Спільне використання системи оцінки похибок та «вагових» показників значущості показників дозволяє розрахувати комплексну оцінку якості робіт, виконаних польовою групою. Комплексна оцінка – це відсоток вірно визначених значень, отриманих як середньозважена величина для груп показників різної значущості. Її використання дозволить нормативно встановити певний рівень якості, нижче якого від виконавців слід вимагати здійснення повного переобміру інвентаризаційних ділянок за власний рахунок.

Важливо забезпечувати якість робіт від самого початку проведення НІА, щоб мати можливість на початковому етапі збору даних коригувати процедури отримання інформації. Оскільки збір та первинна обробка даних не можуть всебічно контролюватися замовником, забезпечення якості вимагає високого рівня технічного забезпечення та належної мотивації з боку виконавців.

Наявність вибіркового контролю якості роботи має забезпечувати довіру до результатів НІА з боку громадськості. Для ефективного впровадження системи контролю якості робіт розроблено детальні методичні вказівки щодо проведення польових робіт, обґрунтовано кількість контрольних груп, у подальшому планується організувати їх роботу та проводити цілеспрямовану діяльність з контролю робіт на місцях від самого початку польових робіт.

Необхідно, щоб члени цих груп були заздалегідь навчені та підготовлені до проведення контрольних перевірок. Після перших контрольних перевірок має бути виявлено, які польові групи працюють добре, а які потребують коригування рівня якості виконання робіт.

2. Інформація, яка зібрана на ділянках НІЛ України у Івано-Франківській області та методи її аналізу

В Україні у 2021 році було розпочато польовий збір даних на ділянках Національної інвентаризації лісів, протягом польового періоду проведено обстеження 909 ділянок за допомогою програмного забезпечення Small Forest, адаптованого для польового збору даних на ділянках НІЛ України.

Польові матеріали НІЛ, зібрані у межах Івано-Франківської області у 2021 році були люб'язно надані Центром національної інвентаризації ВО «Укрдержліспроект» (ЦНІЛ) для проведення науково-методичних досліджень щодо забезпечення якості результатів НІЛ.

Працівниками ЦНІЛ виконано значну роботу із запровадження НІЛ в Україні, організації та проведення польових робіт на ділянках НІЛ, особливо враховуючи сучасні реалії військової агресії росії проти України, значні руйнування будівлі ВО «Укрдержліспроект» в Ірпені, та той факт, що частина співробітників ЦНІЛ захищає Батьківщину в Збройних силах України.

З використанням первинної польової бази даних ділянок НІЛ 2021 р. для Івано-Франківській області (235 ділянок), яка була отримана від ЦНІЛ, проведено аналіз структури бази даних НІЛ та її порівняння з вимогами Порядку проведення НІЛ (затвердженого Постановою КМУ від 21 квітня 2021 р. за № 392), а також з методичними вказівками з проведення польових робіт з НІЛ України.

Виявлені у польовій базі даних ділянок помилки фіксувалися та коригувалися при проведенні подальших розрахунків показників НІЛ.

Під час аналізу первинних даних НІЛ проведено попередні розрахунки похідних показників НІЛ, зокрема – моделювання висот облікових дерев, розрахунок об'ємів дерев, середніх таксаційних показників, проведена класифікація показників, згідно із формами звітних таблиць, затверджених КМУ. Розраховано агреговані дані для частин інвентаризаційних ділянок, зокрема: сумарних запасів, вік панівної породи, повнота тощо.

3. Конвертація польових матеріалів НІЛ України до програмного забезпечення Field-Map

Програмно-вимірювальний комплекс Field-Map є повнофункціональною геоінформаційною системою, яка працює на польових і офісних комп'ютерах та забезпечує комунікацію з різними електронними вимірювальними приладами для автоматизованого формування геобаз даних показників, які визначаються у лісі. Field-Map був спеціально розроблений в Інституті дослідження лісових екосистем (IFER, Чеська республіка <https://www.ifer.cz/>) у якості базової технології для підтримки НІЛ, а з часом сфера його застосування була значно розширена для вирішення різноманітних завдань, пов'язаних з лісовим господарством.

В Україні програмно-вимірювальний комплекс Field-Map був локалізований та адаптований до нормативно-довідкової бази лісового господарства і рамках чесько-українського проекту «Передача передових методичних і технологічних знань в області інвентаризації та моніторингу лісових екосистем (TechInLic)» (див. <https://www.ifer.cz/project-detail/?id=42004>) і його застосування в Україні розпочалося з 2005 року.

Під час польового збору даних на ділянках НІЛ в Україні у 2021 році використовувалося програмне забезпечення Small Forest, яке розроблене І.Л. Алексіюком на платформі Android, хоча «Методичні вказівки з проведення польових робіт з НІЛ України», які розроблені УкрНДІЛГА спільно з ЦНІЛ (затверджені Науково-Технічною радою Держлісагентства України, протокол №1 від 10.03.2021 року), орієнтовані на використання програмного забезпечення Field-Map при проведенні польових робіт на ділянках НІЛ України. Технологія Field-Map позитивно себе проявила під час проведення пілотних регіональних інвентаризацій лісів у Сумській та Івано-Франківській областях і тому була рекомендована для використання в НІЛ. Проте на момент початку польових робіт з НІЛ України технологію Field-Map не вдалося завезти до України і тоді керівництвом ЦНІЛ було прийняте рішення щодо адаптації програмного забезпечення Small Forest для потреб польового збору даних на ділянках НІЛ України.

Програмне забезпечення Small Forest, яке застосовувалося для збору польових даних на ділянках НІЛ Івано-Франківської області, не було надано для ознайомлення після запиту до ЦНІЛ, а інформації щодо функціоналу Small Forest чи посібника користувача у відкритому доступі не було знайдено, тому особливості застосування і функціональність цього програмного продукту не аналізувалися під час проведення досліджень.

На жаль, не вдалося ознайомитися з програмним забезпеченням Small Forest, яке використовувалося для польового збору даних на ділянках НІЛ України, хоча за адресою <https://www.lisovporyadnyk.org.ua/smallforest/> вказано про те, що програмне забезпечення Small Forest є не державним і поширюється

безкоштовно. При подальших дослідженнях бажано отримати доступ до програмного забезпечення і документації Small Forest, щоб можна було оцінити його функціональність та ефективність при зборі польових даних на ділянках НІЛ України.

Базу даних НІЛ Івано-Франківської області за 2021 рік було отримано від ЦНІЛ у форматі MS Access. У процесі аналізу згаданої бази даних досліджувалися шляхи її конвертації до Field-Map, проводився контроль якості даних НІЛ та тестувалися можливості модулю Field-Map Inventory Analyst для проведення розрахунків і підготовки результатів звітності НІЛ України.

Етапи дослідження включали:

- аналіз структури бази даних, наданої ЦНІЛ в MS Access, порівняння зі структурою бази даних НІЛ у Field-Map та з вимогами Порядку проведення НІЛ України;
- модифікація структури БД НІЛ у Field-Map, контроль довідників та значень;
- підготовка xml документу, який описує відповідність таблиць та полів двох баз даних для імпорту до Field-Map;
- перерахунок відстані у горизонтальну відстань, азимуту та відстані у x, у координати у первинній базі даних;
- покрокове перенесення даних до Field-Map (з допомогою додатку Import2FieldMap);
- побудова шейпфайлів межових ліній (меж частин) для ділянок з частинами (з допомогою додатку DB2shapefile);
- перенесення шейпфайлів межових ліній у відповідні ділянки, полігонізація всіх цілих (з однієї частини) ділянок, створення мікроділянок (за допомогою скриптів);
- по-ділянковий аналіз коректності виділення частин: контроль наявності мультиполігонів ділянок з кількома частинами, зміна нумерації частин з контролем взаємного їх розташування на карті і бази даних з описом частин, контроль сумарної площі частин для кожної ділянки;
- імпорт даних до Частин та Мікроділянок (скрипти у Firebird desktop);
- імпорт даних у таблиці, підпорядковані Частинам та Мікроділянками (Field-Map Data collector);
- Завантаження повної запроєктованої мережі ділянок НІЛ до Field-Map.

В результаті проведених робіт базу даних НІЛ для Івано-Франківської області було перенесено у Field-Map, структуровано та підготовлено до подальшого використання в офісних та польових умовах (рис. 1, рис. 2, рис. 3).

Сегменти ділянки:

вся ділянка	Діаметр дерева >= 260 mm
R = 8,92 m	Діаметр дерева >= 140 mm
R = 3,98 m	Діаметр дерева >= 60 mm
R = 1,78 m	Діаметр дерева >= 20 mm

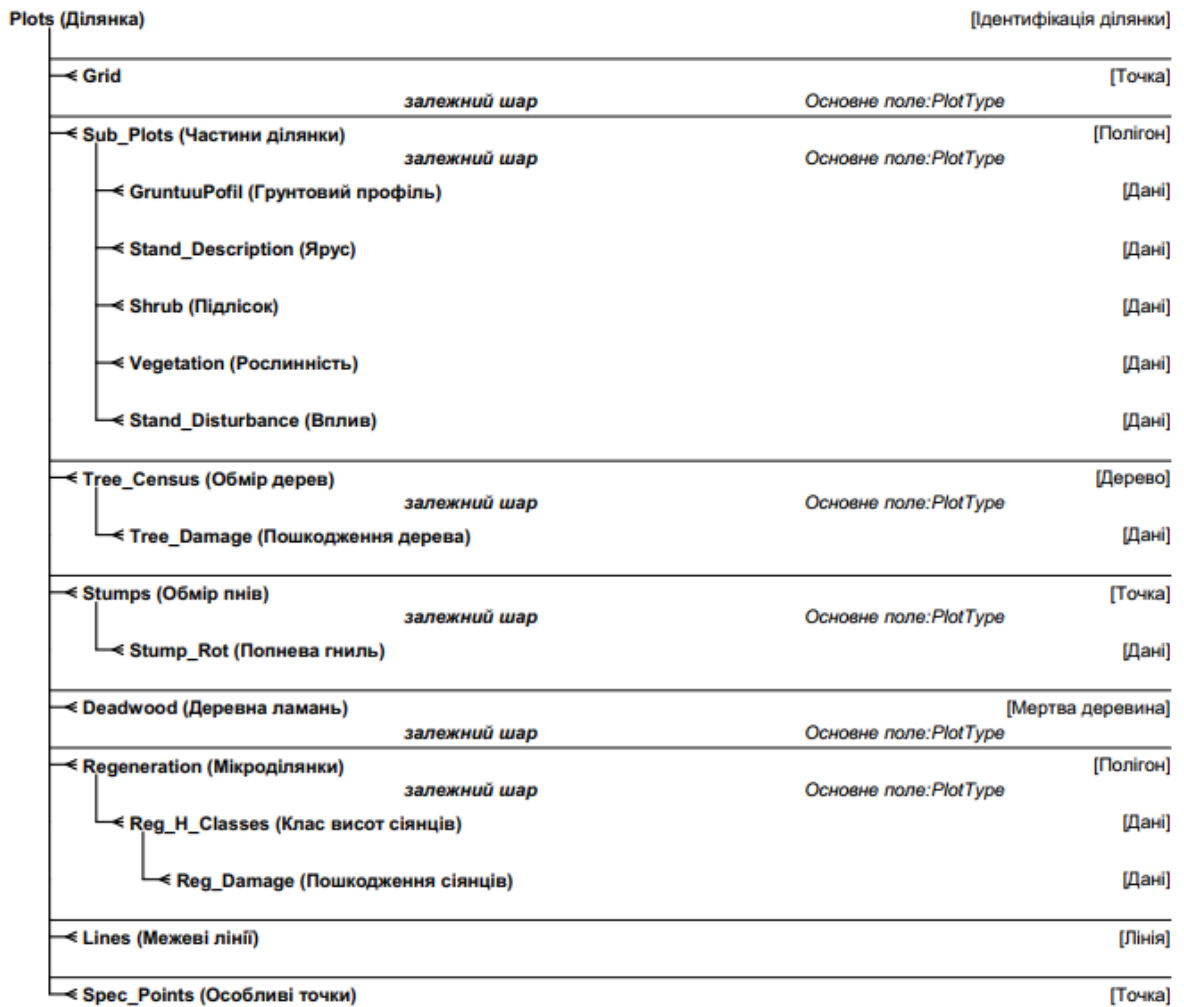


Рис. 1. Скорочена структура бази даних НІЛ України в Field Map Project Manager

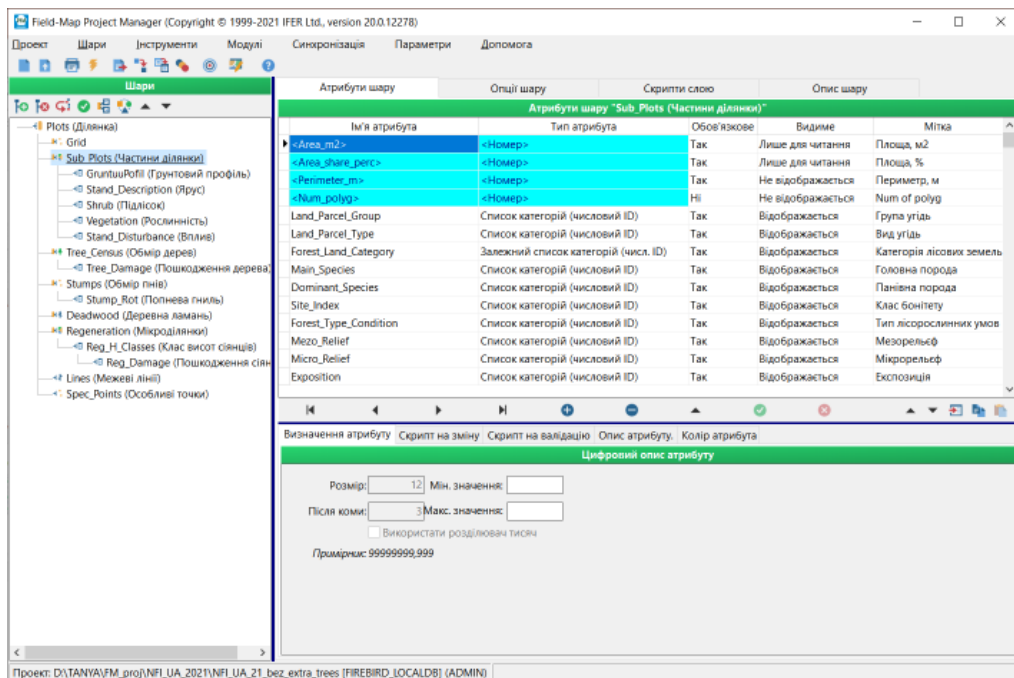


Рис.2. База даних НІА України у польовому комп'ютері в Field Map Project Manager

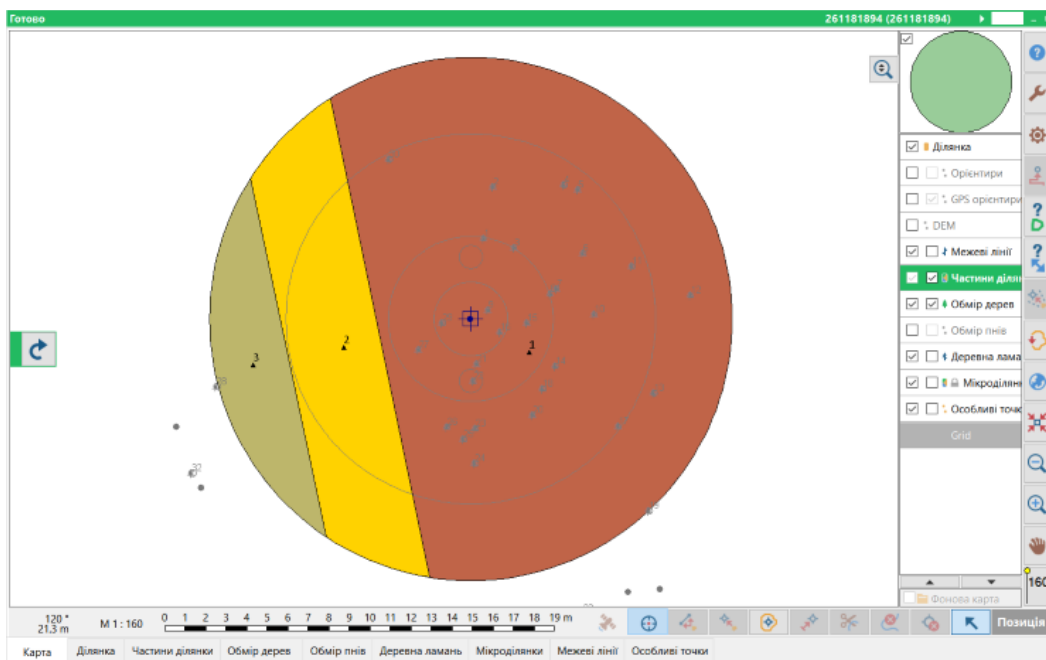


Рис. 3. Дані НІА Івано-Франківської області 2021 року на польовому комп'ютері в програмі Field-Map Data Collector.

Для аналізу якості даних НІА, зібраних у Івано-Франківській області в 2021 році, за допомогою програмного забезпечення Field-Map Inventory Analyst було згенеровано та виконано понад 100 завдань для статистичного розрахунку більшості звітних таблиць НІА (рис.4). Проведено порівняння отриманих результатів з попередніми результатами розрахунків ЦНІА.

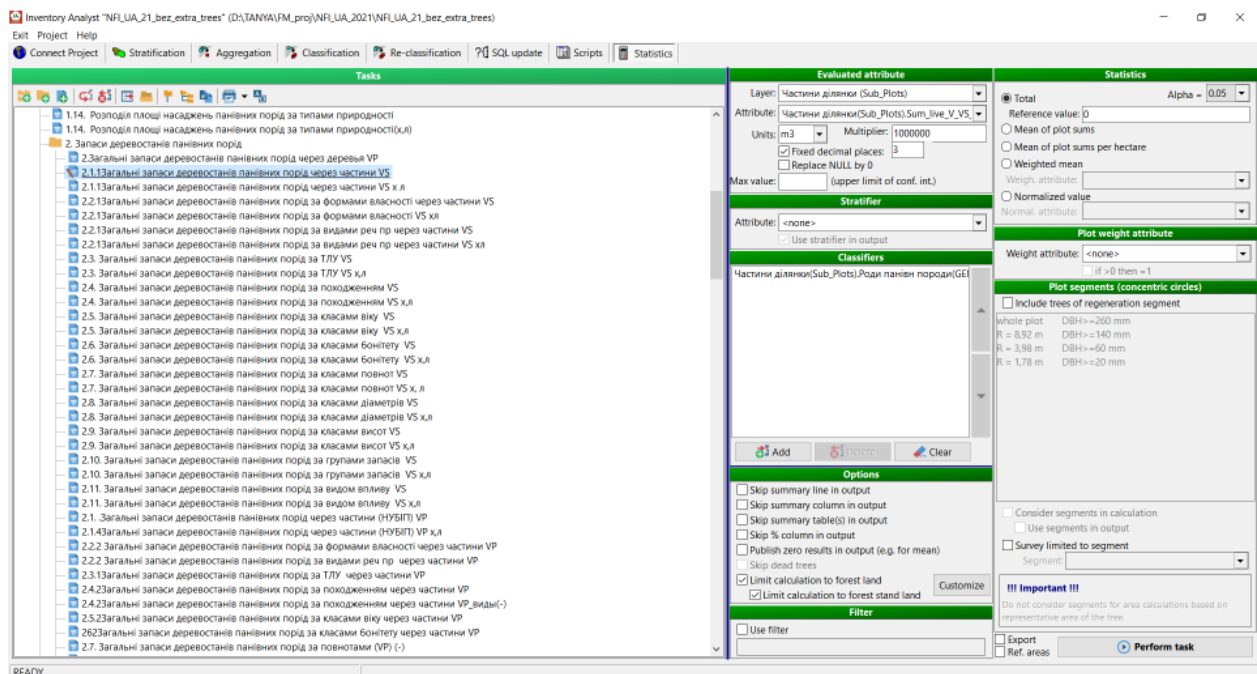


Рис. 4. Вікно програмного модуля Field-Mar Inventory Analyst із завданнями для статистичного аналізу даних НІЛ України.

Важливим для НІЛ є технологічні рішення Field-Mar, які забезпечують незалежну роботу off-line для польових команд на ділянках інвентаризації та синхронізацію їх даних з центральною базою даних НІЛ при підключенні польових комп'ютерів до мережі інтернет. При цьому відбувається оновлення структури проекту на сервері шляхом синхронізації метаданих. Таким чином, зібрані з допомогою програмного продукту Small Forest польові дані НІЛ були спершу конвертовані до Field-Mar, а потім дані від усіх польових команд можуть бути об'єднані в серверний проєкт, що дасть змогу зберігати усі дані НІЛ в єдиній центральній базі даних, розділяти проєкт між польовими командами та управляти їхньою роботою (здійснювати контроль за проведенням польових робіт кожної польової команди) та автоматично синхронізувати локальні бази даних з серверною базою даних НІЛ.

На сьогодні Field-Mar використовується у якості базової технології для польового збору даних та управління інформацією Національних інвентаризацій лісів 10 країн, зокрема - Чехія (Forest Management Institute), Словаччина (National Forest Centre), Ірландія (Forest Service, Depart. of Agriculture, Food and Marine), Ісландія (Icelandic Forest Service), Бельгія (Agentschap voor Natuur en Bos), Угорщина (National Food Chain Safety Office), Республіка Кабо-Верде (Ministry of Rural Development), Болгарія (Ministry of Agriculture and Food, South Central State), Данія (Centre of Forests, Landscape and Planning), а також у державній інвентаризації лісів росії.

Чому програмне забезпечення Field-Mar використовується у багатьох національних інвентаризація лісів? Ключова властивість Field-Mar – це гнучкість програмного забезпечення, яка дає можливість користувачам без навиків

програмування самостійно налаштовувати структуру бази даних в Field-Map відповідно до вимог методики збору даних. Окрім цього, розробники Field-Map забезпечують оперативну технічну підтримку для користувачів через сайт (<https://field-map.com/>), де міститься технічна документація та детальний опис функціональності цього програмного забезпечення (<https://field-map.com/?verze=en&page=keywords&id=&subject=&origpage=>), а також підтримується багатомовна «гаряча лінія» для офіційних користувачів (у т.ч. – україномовних).

В Україні накопичений значний досвід використання технології Field-Map для вирішення різноманітних задач лісової галузі, охорони природи та садово-паркового господарства, зокрема для:

- проведення лісівничих наукових досліджень,
- базового лісовпорядкування лісгосподарських підприємств,
- регіональної та локальної інвентаризації лісів,
- інвентаризації об'єктів природно-заповідного фонду,
- інвентаризації зелених насаджень та парків у населених пунктах,
- відведення і таксації лісосік,
- формування центральної бази даних моніторингу лісів,
- створення центральної геобазы даних ВО «Укрдержліспроект» тощо.

Технологія Field-Map використовується в навчальних процесах, вона увійшла до навчальних програм підготовки спеціалістів лісового господарства у лісгосподарських факультетах м. Києва (НУБІПУ), м. Львова (НЛТУУ) та м. Харкова (ХНАУ). Студенти згаданих навчальних закладів мають можливість на практиці опанувати технологію Field-Map та в подальшому працювати з нею для вирішення різноманітних задач лісової галузі.

4. Результати застосування програмного забезпечення Field-Map для контролю якості даних НІЛ України

Методи контролю якості даних НІЛ України включали:

- застосування інструментів «Database query tool» у Field-Map Data Collector, використання функції «Перевірка даних» та контроль заповнення деревних порід для дерев, контроль пропущених або нульових значень діаметрів дерев, висот дерев, всіх кількісних показників, великих діаметрів та великих висот; відсутніх висот у поновленні;
- систему запитів у MS Access.

Етапи робіт з контролю якості даних НІЛ України з допомогою Field-Map включали:

- аналіз повноти заповнення даних у базі даних – виявлення пропущених, або нетипових даних;
- аналіз цілісності довідників, відсутності дублювань, порівняння з Порядком і методикою;
- перевірку засобами Field-Map – перенесення номера частини (subplot ID) до атрибутів дерев, мікроділянок. Контроль відповідності subplot ID у деревах;
- запити для виявлення «зайвих дерев» – дерев, які знаходяться за межами ділянки або за діаметром не відповідають граничним вимогам для певних підділянок. Додавання поля «включити до аналізу»;
- контроль даних з використанням Database query tool у Field-Map Data Collector: контроль заповнення деревних порід для дерев, контроль пропущених або нульових значень діаметрів дерев, висот дерев, всіх кількісних показників, великих діаметрів та великих висот, контроль відсутніх висот у поновленні.

В результаті застосування Field-Map були виявлені такі основні помилки у базі даних НІЛ Івано-Франківської області за 2021 рік, які негативно впливають на якість результатів НІЛ:

Помилки картографування, які пов'язані з недосконалістю ГІС компоненти та контролю введення інформації у програмі Small Forest:

- при побудові ГІС шарів за координатами X та Y виявлено, що ці дані не правильні для всіх картографованих об'єктів, оскільки застосована невірна формула перерахунку вимірних відстані і азимуту. Також відсутній перерахунок відстаней у горизонтальну відстань, що є важливим у гірських умовах;
- у зв'язку з тим, що програма вводу даних НІЛ не розраховує площі частин у випадку 2-х і більше частин, а містить лише координати

межевих ліній між частинами, – необхідно застосовувати зовнішні програми для розрахунку площ;

- складна система ідентифікації мультиполігонів частин (наприклад, насадження розділено дорогою), що спричиняє помилки внесення даних про частини ділянки. У зв'язку із особливістю програми введення описові дані про мультиполігон вносять лише до однієї з частин, а у іншій (з мультиполігону) – залишаються пустими, хоча кожна з частин має власну нумерацію. При роботі з даними часто важко без картування (наявності зображення) встановити, дані якої частини відносяться до якого мультиполігону. Не правильна ідентифікація мультиполігонів призводить до неправильної класифікації категорій лісів та розрахунків площ для звітності з НІЛ;
- відсутність функції віднесення дерев, мікроділянок до частин засобами ГІС (дані про номер частини вносять виконавці вручну, можлива помилка, особливо враховуючи не чіткість з мультиполігонами);
- у програмі вводу даних значення за замовчуванням у незаповнених полях бази «-1» – для якісних, «0» - для кількісних атрибутів, що спричиняє проблеми при розрахунках (Наприклад, більшість дерев мали висоту 0).

Помилкове занесення до бази даних облікових дерев, які розташовані за межами ділянки НІЛ:

- Внаслідок недосконалості ГІС компоненти у програмі Small Forest, під час польових робіт до бази даних НІЛ занесено 211 «зайвих» облікових дерев, які не відповідають вимогам щодо відстані та діаметру – тонкі дерева помилково включені до більших підділянок, або взагалі облікові дерева знаходяться за межами ділянки (не тарифні дерева) (рис. 5). Ця помилка є критичною, оскільки призводить до завищення кількості дерев, запасів, повнот. Частково це може бути пов'язано з використанням вимірної відстані замість горизонтальної відстані, а також не врахуванням діаметру при картографуванні дерева, однак, також не дотриманням виконавцями правил з віднесення дерев до кругових підділянок. Доцільно розробити певну програму контролю картографування дерев;
- Одне зайве обліковане дерево на ділянці, залежно від його діаметру, призводить до збільшення сумарної розрахункової кількості дерев на рівні Івано-Франківської області на значення від 62,800 тис. (з діаметром від 26 см) до 3,1 млн зайвих дерев (з діаметром 2-6 см), що спричиняє відповідні пропорційні зміни у оцінках запасів;
- Виявлена невідповідність частини одиниць поновлення вимогам щодо розмірів поновлення на мікроділянках. 11 одиниць поновлення з висотами від 1,3 м і вище внесено у базу помилково, 3 з них мають більший діаметр ніж 2 см. Враховуючи малу площу оцінювання

поновлення (1 м²), кожна зайва одиниця поновлення призводить до збільшення розрахункової густоти поновлення на 10000 одиниць на гектарі.

Проблеми з визначенням «лісових» та «не лісових земель»:

- більшість статистичних розрахунків результатів НІЛ проводиться на основі категорії «лісові землі» та «вкриті лісом землі», і це впливає на правильність визначення площ лісів, і всіх пов'язаних показників. Виявлені ділянки, віднесені до категорії «Вкриті лісом», на яких не було облікових дерев (таблиця дерева – порожня), але був таксаційний опис елементів лісу. У зв'язку з відсутністю даних по деревах та поновленню для цих ділянок не можливо розрахувати повноту, запас, і віднести ці дані до насаджень панівних порід. Слід застосувати єдиний підхід до таких випадків – зазначати категорію «не вкриті лісом».

Помилки віднесення записів (дерева, ламані, пнів, мікроділянок) до відповідних частин інвентаризаційної ділянки:

- виявлено випадки картування ламані за межами ділянки, що при розрахунках призводить до завищення запасів відмерлої деревини, виявлені помилки віднесення дерев, та ламані до частин ділянки;
- також дуже важливим є правильне встановлення панівної породи для частини (більшість звітних таблиць включають розподіли за насадженнями панівних порід). Виявлено невідповідність зазначень панівної породи у таблиці «Частини» – наприклад, зазначено «клен польовий», у той час як у переліку елементів лісу є лише «явір».

Проблеми структури бази даних та довідників:

- у структурі бази даних є показник «Номер частини» в таблицях «Дерева, Пні та Ламань», однак він відсутній у таблиці «Поновлення». Його доцільно додати;
- в базі даних виявлені зайві атрибути, дані в яких відсутні, а також зайві ідентифікатори у таблицях мікроділянки, деревна ламань, пні, які дублюють інші ідентифікатори у цих таблицях (Перелік зайвих полів: У таблицях I_ven_ (Zana); I_Uha (Area1, Area2, Area3, Area4, Koef, GeoMet); Laman_ (Id); Pni_ (Id); Ponovlen_ (Id));
- виявлена проблема при переносі даних (походження, вік, діаметр, висота) з елементів лісу (Jarus) в опис частин (I_Uha_), оскільки елемент лісу, який є панівною породою ніяк не позначено у таблиці Jarus. Шлях вирішення - внести зміни до бази даних: у таблиці елементи лісу додати поле, яке буде відображати, чи є елемент лісу панівною породою. (Наприклад: у кількох випадках у описі елементів лісу на одній частині були наявні записи по одній деревній породі але у різних ярусах – і це

спричинило проблему при визначення панівної породи, та перенесенні її характеристик: віку, діаметру, висоти та походження);

- наявні проблеми при перенесенні даних «вік» з таблиці «елементи лісу» до «віку» у таблиці «дерев» - зв'язок за номером ділянки, номером частини, ярусом та деревною породою, та з тарифних дерев, однак для 333 дерев вік перенести не вдалось, ймовірна причина – порода відсутня у елементах лісу, або наявні кілька комбінацій частина – ярус - порода. Можливо, слід цей показник краще автоматично переносити програмними засобами. Або застосувати певний вид моделювання за даними віку тарифних дерев, висотою або діаметром;
- в довідниках UserGrupa та User1 – є дубльовані записи – різні ID, але однаковий зміст, що порушує правило однозначності при виборі категорії з довідника;
- відсутні у базі довідники для показників Ogolenost (Оглеєність), ZmitestGoriz (Змитість), шаруватість, тип гнилі (пнів). У цих полях у відповідних таблицях відсутні дані (всі «-1»);
- у переліку довідників (у переданому файлі Довідники Excel) відсутній довідник Чинник всихання (дерев), хоча є у базі даних.
- має місце дублювання записів – у довідниках підліску та рослинності - однакові види (малина, ожина), наявні випадки, коли обоє були заповнені;
- в таблиці класи висот поновлення виявлено види чагарників (Глід колючий; Свидина біла; Свидина кров'яна; Ліщина звичайна), хоча мають бути лише деревні види. – проблема з довідниками, або з дотриманням виконавцями методики;
- Довідник Тип_пошкодження дерев (XDAMAGE_TYPE) містить невідомий елемент -100 - значення «+», який відсутній у таблиці.

Помилки вводу даних через невірно обрані елементи довідників:

- помилково для категорії земель – «Зруби» вказана панівна порода, хоча дерев на ділянці немає (1 випадок).
- виявлено ймовірну помилку у віднесенні дерев до ярусів деревостану. Для більшості дерев зазначено, що вони відносяться до I ярусу, або I ярусу та підросту, у той час як за даними висот – виходить, що дерева мають відноситися до різних ярусів (I та II). Ймовірно, проблема з ярусами спричинила проблему з повнотами, які за результатами розрахунків за обліковими деревами були завищеними. Також у таблиці дерева помилково вказано ярус Сухостій для живих дерев – (13 випадків);
- помилка у заповненні походження елемента лісу (наприклад - ялина – вегетативного походження – 1 випадок);
- помилка у області (одна ділянка з Івано-Франківської області відмічена як Львівська область);

- статус ділянки – (не вірне тлумачення виконавцями значень довідника), ймовірно не чіткий опис у методиці. Цей показник - для першого року обстеження має бути лише 300 - Нова ділянка, а для повторних – можливі всі 3 варіанти. Цей показник потрібний, для того, щоб відстежувати динаміку при повторних обстеженнях. Помилкові записи для 51 ділянки;
- Для трьох дерев зазначено, що вони сухостійні (клас 200 довідника GiveSuche та санітарний стан 5 та 6 класи) і одночасно внесено дані про наявність пошкоджень (зламани корені), хоча це не має стосуватися сухостійних дерев;
- Для двох ділянок при наявності одиниць поновлення (у таблиці класи висот поновлення) у описі мікроділянок помилково зазначено, що поновлення відсутнє.

Не повністю заповнені форми обстеження ділянок НІЛ – наявні пусті обов'язкові поля:

- не зазначено вік панівної породи для елементів лісу; для лісової категорії угідь не вказано основні характеристики насадження, ТЛУ; часто відсутні дані про користувача (для 2 та наступних частин ділянки);
- не всі елементи деревної ламані мали номер частини, на якій вони розташовані. Необхідно доповнити фактичними даними, оскільки для розрахунку важливим є віднесення даних до частин, яке проводять через номер частини;
- Відсутні записи про мікроділянки (1 ділянка у лісових умовах) – навіть при відсутності поновлення їх слід заповнювати.
- На ділянці 261157933 не заповнені дані про висоту пнів.
- У таблиці «Опис деревостанів» (елементів лісу) – не заповнені значення абсолютної повноти (BAS element), або вказано «0».

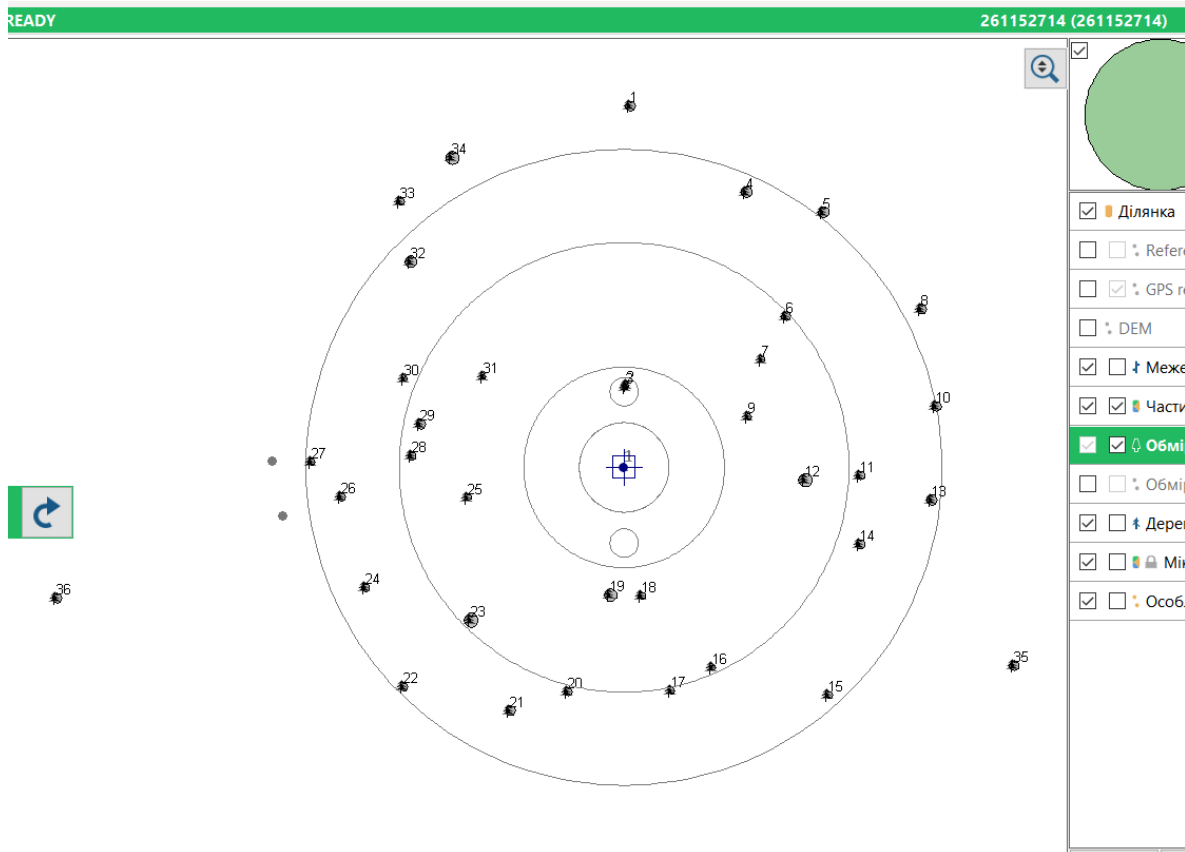


Рис. 5. Приклад візуалізації у Field-Мар «зайвих» дерев, які розташовані поза межами інвентаризаційної ділянки (дерева 1, 5, 8, 10)

Використання технології Field-Мар для польового збору даних НІЛ дозволить знизить кількість помилок, пов'язаних із картографуванням дерев, полігонізацією та мультіполігонами, завдяки вбудованим контролям – знизить відсоток пропущених значень та помилково внесених значень. Крім того завдяки функції синхронізації Field-Мар забезпечує щоденну передачу польових даних безпосередньо до центральної бази даних.

Після верифікації польових даних НІЛ України, зібраних у 2021 році в межах Івано-Франківської області, з використанням програмного забезпечення Field-Мар Inventory Analyst були проведені розрахунки для перевіреної бази даних польових досліджень та отримані звітні таблиці, які передбачені Порядком проведення НІЛ (затвердженого Постановою КМУ від 21 квітня 2021 р. за № 392). На рис. 6 представлені результати розрахунків звітної таблиці 2.1 – Загальні запаси деревостанів панівних порід (за групами порід та родами), які містять статистичні результати визначення допустимих похибок.

Групи порід	Sum_live_V_VS		
	млн. м3	($\alpha = 0,05$)	%
Хвойні	131,42	(107,74 – 155,09)	59,0
Твердолистяні	80,99	(63,62 – 98,36)	36,4
М'яколистяні	9,15	(4,16 – 14,15)	4,1
Інші породи	1,14	(0,03 – 2,24)	0,5
Разом	222,70	(203,02 – 242,37)	100,0

Роди панівн породи	Sum_live_V_VS		
	млн. м3	($\alpha = 0,05$)	%
Сосна	1,14	(0,00 – 2,63)	0,5
Ялина	109,33	(86,53 – 132,14)	49,1
Ялиця	20,94	(9,51 – 32,37)	9,4
Дуб	14,22	(6,90 – 21,54)	6,4
Бук	54,53	(37,98 – 71,08)	24,5
Граб	8,80	(3,63 – 13,97)	4,0
Клен	3,44	(0,07 – 6,81)	1,5
Береза	0,71	(0,00 – 1,59)	0,3
Віп'яха	1,24	(0,00 – 2,79)	0,6
Липа	4,64	(0,90 – 8,37)	2,1
Верби др.	0,52	(0,00 – 1,53)	0,2
Інші	1,14	(0,03 – 2,24)	0,5
Осика	2,05	(0,00 – 4,84)	0,9
Разом	222,70	(203,02 – 242,37)	100,0

Рис. 6. Загальні запаси деревостанів панівних порід у Івано-Франківській області, 2021 р.

Застосування Field-Map Inventory Analyst для проведення статистичних розрахунків звітних таблиць НІЛ, які передбачені чинним Порядком проведення НІЛ України засвідчує, що до вагомих переваг цього програмного модулю належать:

- 1) Вбудована система розрахунку допоміжних показників: моделювання висот, віднесення дерев до частин, розрахунок коефіцієнтів ваги частин, репрезентативних площ дерев, репрезентативної кількості дерев, присвоєння категорії «Не вкриті лісом» для ділянок без дерев та поновлення.
- 2) Вбудована система агрегації даних підпорядкованих шарів до рівня шарів вищого рівня: наприклад, сумарний об'єм ламані на ділянці.
- 3) Вбудована система класифікації кількісних даних, та перекласифікації якісних даних, що дає змогу без програмування додавати нові класифікатори на основі існуючих даних.

- 4) Зручна система формулювання завдань статистичної обробки даних, з можливістю збереження алгоритму.
- 5) Вбудована функція розрахунку статистичних показників: суми, середнього, нормалізованого середнього та довірчих інтервалів оцінок.
- 6) Можливість вводити фіксовані підсумкові значення площі, кількості, об'єму (оскільки всі розрахунки неможливо провести в одному проекті, то підсумкові значення з основного (напр. площа вкритих лісом земель) були використані для розрахунків у допоміжному проекті при розрахунках характеристик поновлення.
- 7) Можливість створення профілів для областей та для всієї України, з внесенням відповідних площ та налаштуванням фільтрів
- 8) Більшість завдань статистичної обробки даних НІА України вже реалізована у FMIA.

Разом з тим, існуюча структура бази даних НІА України, яка поєднує концентричні кола та сегменти, наразі не дозволяє використовувати лише FMIA без залучення додаткових програм і проведення проміжних розрахунків. Потенційно деякі проміжні розрахунки можна автоматизувати за допомогою скриптів у FMIA, однак цю задачу потребує певного досвіду подібних робіт, це може бути завданням на майбутнє для спеціалістів відповідної кваліфікації. Для комплексного та ефективного використання технології Field-Mar при польовому зборі даних на ділянках НІА, їх подальшому аналізі та підготовці звітності потрібно удосконалити структуру бази даних проекту Field-Mar, уточнити методи і провести тестування розрахунків показників НІА України на основі масиву реальних даних НІА.

Типові задачі НІА, які вирішуються з допомогою технології Field-Mar:

Технологія Field-Mar охоплює практично усі етапи НІА (підготовчий, польовий та камеральний) і забезпечує ефективні рішення при: розробці дизайну НІА, формуванні методики спостережень НІА, створенні структури бази даних НІА, проведенні польових робіт на ділянках НІА, контролю та забезпеченні якості даних НІА, обробці результатів та публікації звітності НІА. Типові задачі, які допомагає вирішувати програмно-технологічний комплекс Field-Mar:

- Підготовка дизайну інвентаризації на основі методології збору даних НІА
- Формування структури бази даних НІА
- Компіляція фонових карт (у т.ч. матеріали дистанційного зондування, векторні та растрові карти, WMS)
- Генерація центрів інвентаризаційних ділянок НІА
- Попередня класифікація на основі даних дистанційного зондування
- Навігація до центру інвентаризаційних ділянок НІА

- Віднаходження центру інвентаризаційної ділянки НІА
- Польові обстеження на інвентарних ділянках НІА
- Картування позицій дерев
- Картографування підділянок
- Відновлення ідентифікаторів дерев
- Автоматичне занесення до бази даних НІА результатів картування та обмірів від електронних приладів
- Ефективне занесення до бази даних НІА описових атрибутів
- Перевірка на ділянках НІА повноти і достовірності зібраних даних
- Попередня обробка зібраних даних безпосередньо на ділянках НІА
- Формування центральної бази даних НІА, підтримка її цілісності та актуальності шляхом синхронізації
- Технологічні рішення для незалежної перевірки якості зібраних даних НІА (перевірка повноти, достовірності, повторні вимірювання на ділянці НІА з формуванням порівняльних відомостей)
- Розрахунок похідних атрибутів безпосередньо на ділянці НІА
- Постстратифікація, класифікація, рекласифікація показників НІА
- Статистична обробка польових даних НІА
- Підготовка звітності з НІА за шаблонами, визначеними користувачем

5. Рекомендовані заходи для забезпечення якості даних НІА України

На сьогодні діяльність з НІА в Україні вже розпочата і передбачає контроль якості на рівні вибіркового польових переобмірів та контрольних перевірок. Однак, робота з переданими даними по Івано-Франківській області виявила наявні помилки, які не були виявлені і виправлені, що свідчить про необхідність удосконалення системи контролю якості даних НІА.

Забезпечення (гарантування) якості даних та їх контроль мають здійснюватися на різних етапах НІА: до початку польових робіт, під час польових робіт (включаючи контрольні переобміри та перевірки) та після їх завершення. кадрів та допомоги у інтерпретації результатів (Ferretti et all., 2009). Основні критерії, що використовуються для інтерпретації рівня якості даних:

1. Прецизійність - здатність методу відтворювати одну й ту саму величину
2. Точність – здатність методу давати "істинне" значення.
3. Повнота – кількість достовірних, придатних для використання даних, отриманих за допомогою методу
4. Порівнюваність – здатність поєднувати дані, зібрані в різних місцях та різними виконавцями.

Ефективність забезпечення якості сприятиме запобіганню комплексу проблем з якістю даних, їх оцінкою, аналізом та корекцією.

Підготовка до польових робіт

Підготовка до польових робіт має вирішальне значення для мінімізації будь-яких джерел помилок і гарантує, що команди отримають належну підготовку, інформацію та необхідну матеріально-технічну підтримку для повного виконання своїх обов'язків в рамках обмеженого часу.

Колективне тренування є складовою частиною системи забезпечення якості робіт з НІА та проводиться перед початком польових робіт поточного року з метою забезпечення належної підготовки виконавців робіт. Мета колективного тренування полягає у відпрацюванні учасниками тренування технології проведення обстеження та обмірів ділянок НІА, досягнення ними відповідного рівня точності визначення показників. Тренування також має включати роботу над помилками: розгляд типових помилок, виявлених в ході контролю якості у попередні роки НІА.

Методичною основою проведення колективного тренування в Україні є «Порядок проведення національної інвентаризації лісів» (2021р.) та «Положення з контролю якості» (2020 р.). Однак, суттєвою проблемою

залишається відсутність затверджених методичних вказівок з проведення польових робіт НІА.

Проходження колективного тренування обов'язкове для всіх членів інвентаризаційних та контрольних груп, що будуть залучені до проведення польових робіт з НІА.

За результатами оцінки знань та навичок після колективного тренування кожен учасник тренування має отримати допуск до проведення робіт з НІА.

Колективне тренування проводиться щорічно за 2-4 тижні до початку польових робіт з НІА поточного року (кінець квітня – травень). Основна частина колективного тренування проводиться протягом 5-7 днів.

Перед польовим виїздом старшому у групі потрібно:

- Зв'язатись з керівником та підрозділом НІА, щоб отримати будь-яку необхідну інформацію та дозвіл.
- Перевірити місце розташування ділянки/ інвентаризаційного тракту до виїзду, використовуючи наявні карти та карту ділянок НІА.
- Спланувати шляхи та час транспортування до ділянок НІА, запланованих до обстеження на певний день.
- Підготувати список отриманого обладнання для інвентаризації згідно з контрольним списком, перевірити його.

Контроль якості під час польових робіт

Завдання контролю та нагляду під час польових робіт:

- перевірка дотримання вимог до виконання робіт, встановлених у методичних документах;
- своєчасне виявлення і усунення недоліків в роботі польових інвентаризаційних груп;
- виявлення та забезпечення виправлення помилок в інформації про показники НІА.

«Гарячі» контрольні перевірки проводять з метою оцінити точність вимірювань польової групи та надати негайний зворотній зв'язок, який покращить точність майбутніх вимірювань. Визначення: Контрольна група супроводжує польову групу на ділянці НІА, і при цьому спостерігає за роботою польової групи, звертаючи увагу на методи вимірювання та ефективність, правильність оцінок. Фактично, контрольна група проводить вимірювання разом з польовою групою, допомагаючи їй у зборі даних. Це частина навчання, а не оцінювання якості робіт. Польові групи мають можливість ставити запитання, а також,

обговорювати оцінки, зроблені в конкретних випадках, з контрольною групою. Контрольна група може також провести переобмір після вимірювань польовою групою, і надати зворотній зв'язок щодо цих вимірювань. Це сприяє кращим результатам вимірювань. Рекомендується проводити "гарячі" перевірки, особливо з новими польовими групами, на початку польового сезону.

«Холодні» контрольні перевірки проводять, щоб оцінити точність вимірювань польової групи шляхом повторного переобміру ділянки через 2-4 тижні. Контрольна група проводить переобмір на ділянці, яка раніше була обміряна польовою групою, порівнює результати і складає звіт з оцінкою, який надається польовій групі та підрозділу НІЛ для обговорення. Місце розташування ділянки, що підлягає холодній перевірці, визначається підрозділом НІЛ. Важливо, щоб польові групи не знали, які саме ділянки будуть перевірятися контрольною групою, щоб це не вплинуло на виконання ними польових робіт. Холодна перевірка має відбутися протягом 4 тижнів після першого вимірювання. Контрольна група перевіряє характеристики категорій земель, вимірює дендрометричні змінні (такі як таксаційний діаметр, висота).

Частина ділянок підлягає холодній перевірці. Контрольна група завершує перевірку, маючи на руках копію даних, зібраних польовою групою, щоб вони могли безпосередньо перевірити результати. У ході цього процесу всі помилки, виявлені контрольною групою, вносять у таблицю результатів холодної перевірки. Після заповнення оціночного листа автоматично виставляється оцінка якості та контролю якості, яка може бути використана для оцінки роботи польової групи. Оцінка 100% означає, що помилок не виявлено, оцінка менше 85% вважається незадовільною. На основі інформації, що міститься в оціночному листі, контрольна група складає звіт про холодну перевірку, який буде містити оцінку, розраховану на основі оціночного листа, короткий опис перевірок, включаючи перелік всіх відповідних помилок, які були виявлені, а також всі інші коментарі та подальші дії. Звіт має бути представлений польовій групі для обговорення.

Правила валідації бази даних

Усі дані польових обстежень з НІЛ передаються до центральної бази даних. Необхідно застосовувати правила контролю даних, які обмежують введення помилкових даних та сприяють правильності, узгодженості та точності зібраних даних. Правила валідації, включають: перевірку типу даних: – відповідність введених даних очікуваному типу даних, визначеному для цього конкретного поля. Перевірка діапазонів та перевірка обмежень: перевіряє, чи введене значення потрапляє в прийнятний діапазон значень. Перевірка на відсутність запису. Перехресні перевірки: перевіряє, чи відповідають дані,

введені в різні поля, набору базових припущень. Наприклад. Відношення діаметра до висоти.

У Німеччині задля забезпечення контролю якості формують контрольні групи на рівні керівництва федеральної землі. Під час контролю за роботою польових груп встановлюється наявність та значущість похибок у визначенні показників НІЛ (кількість дерев на ділянці, значення висот і діаметрів дерев знаходяться в допустимих межах тощо). Для кожного критерію зазначені межі похибок. За результатами контролю складається протокол похибок, і якщо вони перевищують межі – вони мають бути усунуті виконавцем за його власні кошти. У випадку встановлення контрольною групою неналежної якості робіт ділянка підлягає повторній інвентаризації за рахунок виконавця.

Обробка даних статистичної інвентаризації проводиться за допомогою методів, пов'язаних із стратифікованим, випадковим і вибіркоким спостереженням. Основною статистикою є загальна сума (наприклад, площа лісів, кількість дерев), середнє значення або медіана (наприклад, середній запас на гектар) та довірчий інтервал з урахуванням розподілу емпіричних даних.

Стандартизоване середнє обчислюють так, що значення величини віднесено до частини ділянки з наявністю оцінюваної категорії. Таким способом обчислюються дані про погектарні запаси окремих деревних порід.

Якщо кількість виміряних висот певної породи на ділянці є достатньою тоді використовується локальна модель (на рівні ділянки), яка параметризується за методом найменших квадратів.

Якщо виміряна недостатня кількість висот, тоді використовується глобальна модель (для певної деревної породи для ділянок інвентаризації з подібними умовами росту, віком, повнотою). Якщо хоча б одна висота для дерева даної деревної породи була виміряна на ділянці, тоді глобальна модель узгоджується з цими даними.

Програмне забезпечення Field-Mar має спеціальний модуль для контролю якості польових даних, який дозволяє проводити «гарячі» (hot), «холодні» (coll) та «сліпі» (blind) перевірки на ділянках інвентаризації з порівнянням результатів, отриманих польовими та контрольними командами і друком протоколу порівняння, який містить результати обрахунків статистичних величин відхилення та графічні порівняння. Це дозволяє аналізувати отримані результати безпосередньо на ділянці НІЛ та проводити відповідну корекцію процесів збору даних.

6. Проєкт посібника з контролю якості даних НІЛ України

1 Терміни та визначення

Національна інвентаризація лісів (НІЛ) - система вибірково-статистичних обстежень лісового фонду України, спрямована на отримання обґрунтованої узагальненої інформації щодо лісів для потреб планування, у тому числі стратегічного, ведення лісового господарства, державного лісового кадастру, моніторингу лісів.

Програма спостережень НІЛ – документ(и), який / які визначають склад даних, що збираються в межах НІЛ.

Регламент спостережень НІЛ – документ(и), який / які визначають дії, що мають виконуватися в межах НІЛ, відповідальних осіб, місце проведення та терміни виконання.

2 Умовні позначення та скорочення

3 Призначення посібника

Посібник має забезпечити:

- a. однорідність, якість та повноту первинних даних спостережень

Відповідальні за організацію та контроль спостережень мають можливість отримати необхідну інформацію щодо чутливих місць, суміжних етапів робіт.

- b. попередження втрат даних під час їх обробки, передавання та зберігання

Своєчасне виявлення, виправлення та документування дефектів даних

- c. прозорість та надійність системи контролю якості даних НІЛ

Полегшує розуміння споживачами даних процедур, що використовуються, та рівня адекватності акумульованих результатів НІЛ. При зміні відповідальних за організацію та контроль спостережень має полегшити освоєння процедур

- d. скорочення часу, необхідного для публікації даних НІЛ

За рахунок виправлення помилок та дефектів, як тільки їх виявлено, зменшення потреб у робочому часі на аналіз даних та їх очищення від накопичених помилок після завершення формування масиву даних спостережень за рік.

- e. постійне вдосконалення спостережень НІЛ та реагування на зміни

Виявлення процедур та вдосконалення, пов'язаних з найбільшими проблемами. Реагування на зміни зовнішніх чинників, які впливають на якість та релевантність даних

4 Загальний огляд процесу збирання даних НІА

Має бути складений на основі обстеження поточних процесів НІА

5 Програма та регламент спостережень

Програма та регламент спостережень НІА не мають змінюватися після початку польових робіт, всі зміни, що вносяться, мають підтверджуватися відповідальними особами НІА. Усі учасники НІА мають бути поінформовані про зміни до їх остаточного затвердження, а також про факт затвердження змін

6 Виконавці

Польові та камеральні роботи з НІА мають проводитися підготовленими (такими, що пройшли необхідне навчання та підтвердили освоєння необхідних навичок) виконавцями.

6.1 Порядок відбору та навчання виконавців

Має бути зафіксовано засади, на яких здійснюється відбір виконавців. Проведення навчань має бути документуватися та проводитися у відповідності до вимог Посібника з колективного тренування учасників робіт з Національної інвентаризації лісів (2020).

6.2 Обов'язки виконавців

Мають бути документально зафіксовані, ця документація має бути доступною для фахівців, що беруть участь у збиранні та аналізі даних

6.3 Порядок реєстрації виконавців та зберігання відомостей до них

Усі дані, що збираються, мають посилання на особу, що забезпечувала певний етап збирання даних. Мета – можливість уточнення у виконавця невизначеностей, що можуть бути виявлені у даних.

7 Збирання та збереження даних

Усі кроки процесу збирання та збереження даних мають бути відомими усім учасникам НІА – для забезпечення «горизонтальних» зв'язків:

7.1 Засоби, що використовуються для збереження даних НІА

7.1.1 Первинні дані спостережень

Первинні дані спостережень мають зберігатися у визначений спосіб.

7.1.2 Консолідована база даних спостережень

Логічна структура, програмні засоби та деталі реалізації мають бути документовані та доступні учасникам НІА та користувачам даних у

відповідності до їх ролей (доступ до відомостей про програмні засоби та деталі реалізації може бути суттєво вужчим, ніж до логічної моделі).

7.2 Порядок зберігання первинних даних НІА

Первинні дані спостережень мають залишатися доступними визначений термін (у всякому випадку до затвердження результату річних спостережень в цілому). Будь-які дії із знищення первинних даних мають бути санкціоновані працівниками, відповідальними за ведення НІА

7.3 Порядок введення нових первинних даних до бази

При введенні первинних даних спостережень до бази мають фіксуватися як виконавець, який здійснив збирання даних, так і виконавець, який здійснив внесення. Протоколи внесення мають бути доступними.

7.4 Порядок внесення виправлень та доповнень до бази даних

При введенні виправлень та доповнень до бази мають фіксуватися як виконавець, який здійснив внесення так і підстави для них. Протоколи внесення виправлень мають бути доступними.

7.5 Правила перевірки логічної несуперечливості та релевантності даних

Мають включати до себе як перевірки посилальної цілісності (узгодженості бази даних) (наявність записів у відповідних довідниках та об'єктах бази даних – наприклад, виконавців), так і перевірку коректності інформаційних масивів, що породжуються даними, що перевіряються, з точки зору інших джерел інформації

7.6 Порядок дій при виявленні протиріч у даних, що вносяться або виправляються

При виявленні протиріч у даних, що вносяться, необхідно:

- a. Фіксувати факт виявлення
- b. Проводити вивчення причин виникнення протиріч
- c. Проводити затвердження арбітрованої (коректної, що не викликає протиріч) версії даних, працівниками, відповідальними за ведення НІА
- d. Внести арбітровані дані до сховища даних

Висновки

1. Проведений з допомогою програмного забезпечення Field-Map аналіз польових даних, зібраних в межах Івано-Франківської області у 2021 році дозволив визначити основні напрями вирішення проблеми покращення якості даних НІЛ України шляхом:
 - внесення доповнень у методику НІЛ, видання остаточної версії методики;
 - тренування виконавців із забезпеченням зворотного зв'язку та запровадженням індивідуальної роботи над виявленими помилками;
 - проведенням контрольних перевірок та переобмірів ділянок НІЛ;
 - застосування програмного ПС забезпечення разом із засобами контролю сформованої бази даних безпосередньо на ділянках НІЛ (мінімальне/максимальне значення, логічні перевірки, контроль облікових дерев, контроль пропущених значень, контроль та візуалізація картографування об'єктів на ділянках, формування та підтримка в актуальному стані (синхронізація) єдиної бази даних НІЛ з можливістю щоденного поточного контролю усіх зібраних даних);
 - формування єдиної бази даних НІЛ, з можливістю поточного контролю зібраних даних;
 - документування у прозорий спосіб алгоритмів розрахунків показників НІЛ.
2. Критично важливим для розвитку НІЛ України є застосування сучасних технологій і засобів збору та обробки інформації, зокрема – мобільних ПС-технологій та даних дистанційного зондування Землі.
3. Системне рішення, яке формує цілісну технологічну платформу для розвитку НІЛ, ґрунтується на застосуванні мобільної (польової) гео-інформаційної технології Field-Map (<https://www.fieldmap.cz/>), яка розроблена чеським Інститутом дослідження лісових екосистем (IFER) спеціально для НІЛ і застосовується у більш ніж 44 країнах світу для інвентаризації, картування лісів, лісовпорядкування та лісових наукових досліджень.
4. В Україні наявний значний досвід застосування цієї технології завдяки чесько-українському проекту ТехІЛіс, до якого були залучені фахівці УкрНДІАГА, ВО «Укрдержліспроект» та лісогосподарських вищих навчальних закладів з Києва, Львова та Харкова.
5. Технологія Field-Map являє собою повнофункціональну ПС, яка спроможна підтримувати увесь технологічний ланцюг, починаючи від проектування мережі ділянок і закінчуючи друком звітності за результатами НІЛ.

6. Система забезпечення якості даних НІА, яка розроблена в Field-Mar, дозволяє проводити різні види контролю виконання робіт з НІА – як безпосередньо на ділянках НІА, так і в офісі – для контролю якості зібраних даних. Використовуючи Field-Mar, можна відносно швидко розробити програмне забезпечення відповідно до вимог безпосередньо НІА України.
7. Належний рівень якості даних може забезпечити використання високотехнологічної системи Field-Mar, але при цьому важливо провести навчання членів польових команд, навчити їх використовувати обладнання в різних умовах, забезпечити постійну координацію виконання робіт (будь-які зміни мають бути одночасно повідомлені усім групам), а обрані рішення потрібно тестувати і випробувати задалегідь.
8. Зазначені заходи щодо проведення контролю якості робіт з НІА України сприятимуть досягненню належної якості проведення робіт та забезпечать достовірність зібраної інформації щодо стану лісів України.

Література

1. Букша І. Ф. Національна інвентаризація лісів - джерело інформації про ліси та їх динаміку. Лісовий і мисливський журнал. 2019. №101. С. 5–7.
2. Букша І. Ф., Пастернак В. П., Пивовар Т. С., Букша М. І., Яроцький В. Ю. 2017. Методи та результати вибірково-статистичної інвентаризації лісів національного природного парку «Гомільшанські ліси». Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Біологія» Том 28 (2017) : 127-133.
3. Букша І. Ф., Сторожук В. Ф., Пастернак В. П., Пивовар Т. С., Іваненко О. В., Лялін О. І. Шляхи забезпечення якості робіт з національної інвентаризації лісів України. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Лісівнича наука: стан, проблеми, перспективи розвитку" (УкрНДІЛГА – 90 років) (23–24 червня 2021 року, м. Харків). Харків. УкрНДІЛГА. 2021. С. 279-281.
4. Букша І.Ф. Як впроваджувати національну інвентаризацію лісів. Лісовий і мисливський журнал. 2020. 3. Київ. С. 2-5.
5. Букша І.Ф., Пастернак В.П., Мєшкова Т.С., Русс Р., Черни М. 2006. Вибірково-статистична інвентаризація лісових насаджень національного природного парку „Гомільшанські ліси”. Лісівництво і агролісомеліорація. Вип. 109: 111-116.
6. Букша І.Ф., Сторожук В.Ф., Пастернак В.П., Пивовар Т.С., Лялін О.І., Яроцький В.Ю., Іваненко О.В. Посібник з колективного тренування учасників робіт з Національної інвентаризації лісів. Харків-Ірпінь, УкрНДІЛГА, ВО «Укрдержліспроект», 2020. – 17 с.
7. Букша М.І., Яроцький В.Ю., Яроцька М.О. 2010. Характеристика лісової рослинності Національного природного парку «Гомільшанські ліси» за результатами вибірково-статистичної інвентаризації лісів. Лісівництво і агролісомеліорація. Вип. 117: 40-48.
8. Закон України «Про внесення змін до Лісового кодексу України щодо проведення національної інвентаризації лісів» [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/643-20#Text>.
9. Збір, первинний аналіз даних і управління якістю під час проведення Федеральної інвентаризації лісів Німеччини – німецький досвід та варіанти для України [Електронний ресурс] / В.Сторожук, М. Шторандт, Х. Полей, Х. Зассе // Німецько-український агрополітичний діалог. – 2020. – Режим доступу: <https://www.apd-ukraine.de/ua/1244-upravlinnya-yakistyu-nil-nimetski-eksperti-dilyatsya-dosvidom>.

10. Методичні вказівки з проведення польових робіт з національної інвентаризації лісів України. Харків-Ірпінь, 2021. – 116 с.
11. Пастернак В. П., Пивовар Т.С., Букша І. Ф., Букша М. І., Яроцький В. Ю. Передумови впровадження національної інвентаризації лісів України. Проблеми розвитку лісової таксації, лісовпорядкування та інвентаризації лісів: тези доп. учасників міжнар. наук. -практ. конф. Київ НУБіПУ, 2018. С. 103-104.
12. Пастернак В.П., Пивовар Т.С., Букша М.І., Яроцький В.Ю. 2011. Результати статистичної інвентаризації лісів національного природного парку "Гомільшанські ліси" / // Тези доповідей міжнар. конф. науково-педагогічних працівників, наук. співробітників і молодих вчених НУБіПУ (березень 2011). К. : НУБіПУ. 96-98.
13. Пастернак В.П., Пивовар Т.С., Лялін О.І. Національна інвентаризація лісів України, технологічна та нормативна база її проведення. Матеріали XVII-го Міжнародного форуму молоді "Молодь і сільськогосподарська техніка у XXI сторіччі"(м. Харків, 25-26 березня 2021 р.). Харків, 2021. С. 275.
14. Постанова Кабінету Міністрів України. від 21 квітня 2021 р. № 392 «Про затвердження Порядку проведення національної інвентаризації лісів та внесення зміни у додаток до Положення про набори даних, які підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних» [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-poryadku-provedennya-nacionalnoyi-inventarizaciyi-lisiv-ta-vnesennya-zmini-392-210421>.
15. Сторожук В. Інвентаризація лісів – статус кво в Україні, досвід Німеччини та рекомендації від FAO / В. Сторожук, Г. Поллей. – Київ: Німецько-український агрополітичний діалог, 2017. – 51 с.
16. Яроцький В.Ю., Пастернак В.П., Яроцька М.О. 2012. Результати тестування методики інвентаризації лісів. // Зб. наук. праць «Динаміка біорізноманіття 2012». Луганськ : ЛНУ ім. Тараса Шевченка. С. 53 – 54.
17. BFD. 2016. Quality assurance and quality control for the Bangladesh Forest Inventory. Bangladesh Forest Department, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Dhaka, Bangladesh. <http://bfis.bforest.gov.bd/library/wp-content/uploads/2018/09/6086-f.pdf>.
18. FCPF Carbon Fund Methodological Framework (2016). Forest Carbon Partnership Facility, Revised Final, June 22, 2016, 43 p.
19. Ferretti, M., König, N., Rautio, P. et al. Quality assurance (QA) in international forest monitoring programmes: activity, problems and perspectives from East Asia and Europe. Ann. For. Sci. 66, 403 (2009).
20. Field-Map [Електронний ресурс] // IFER. – 1994. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.fieldmap.cz>.

21. Field-Map Inventory Analyst – РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ, 2008, Martin Černý, Radek Russ, Martina Roubalová. –118 с.
22. Goeking, S. A. ; Dooley, K. ; Hayden, H. L. ; Lambert, D. ; Lister, A. Quality assurance in national forest inventories: lessons learned from international partnerships
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20193323355>.
23. Lithuanian national forest inventory 1998–2017. From measurement to decision making. State Forest Service. 2021.
24. Quality control procedures in the Italian national forest inventory/ Patrizia Gasparini, Remo Bertani, Flora De Natale, Lucio Di Cosmo and Enrico Pompei // Journal of Environmental Monitoring. – 2009. – 8 с.
25. Storozhuk V., Buksha I. National Forest Inventory: how forest policy contributes to public acceptance of forest use. German-Ukrainian Agropolicy Dialogue 2018. 20 P.