

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

*Факультет лісового господарства та екології
Кафедра лісівництва, лісових культур та таксації лісу*

Кваліфікаційна робота на правах рукопису

Терещенко Сергій Олександрович

УДК 630*5

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
**ІНВЕНТЕРИЗАЦІЯ ЛІСОВОГО ФОНДУ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ
ОБЛАСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
SMALL FOREST**

205 «Лісове господарство»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ С. О. Терещенко
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Поліщук О. Є.
(прізвище, ім'я, по батькові)
К.с.-г.н, доцент
(науковий ступінь, вчене звання)

Висновок кафедри лісівництва, лісових культур та таксації лісу

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ __ від «__» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри лісівництва, лісових культур та таксації лісу

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище ,ім'я, по батькові)

«__» _____ 20__ р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти _____ захистив (ла)

(прізвище ,ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище ,ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Терещенко С. О. Інвентеризація лісового фонду Івано-Франківської області з використанням програмного забезпечення «Small Forest». - Кваліфікаційна робота на правах рукопису

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 205 – лісове господарство. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Проведено аналіз лісового фонду Івано-Франківської області. За призначенням більшість лісів є експлуатаційними. Визначено, що в області переважають природні ліси насінневого походження. У складі лісів домінує ялина, бук, ялиця і дуб звичайний. Проведені польові дослідження з використанням додатку «Small Forest» довели зручність використання програмного забезпечення, більш простий користувацький інтерфейс, що спрощує процес введення інформації та надійність збереження і передачі інформації з метою її подальшого обробітку.

Ключові слова: інвентаризаційні ділянки, модельні дерева, мобільний додаток, кругові пробні площі, ГІС.

ANNOTATION

Tereshchenko S.O. Inventory of the forest fund of Ivano-Frankivsk region with the use of software «Small Forest». - Manuscript qualification work

Qualification work for the master's degree in specialty 205 - forestry. - Zhytomyr Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

The analysis of the forest fund of Ivano-Frankivsk region is carried out. Most forests are operational by purpose. It is determined that the region is dominated by natural forests of seed origin. The forests are dominated by spruce, beech, fir and oak. Field research using the «Small Forest» application has proven the ease of use of the software, a simpler user interface that simplifies the process of entering information and the reliability of storage and transmission of information for further processing.

Keywords: inventory plots, model trees, mobile application, circular test areas, GIS

ЗМІСТ

Вступ	5
СТРУКТУРА ЛІСОВОГО ФОНДУ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	7
РОЗДІЛ 2. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ПРОВЕДЕННЯ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ТА ЛІСОВПОРЯДКУВАННЯ В УКРАЇНІ ТА ЗАКОРДОНОМ	14
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ЛІСІВ У ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ	21
3.1 Методичні аспекти проведення польових робіт при національній інвентаризації лісів	21
3.1.1. Алгоритм проведення польових вимірювань в лісових інвентаризаційних ділянках	21
3.1.2. Особливості фіксації центра інвентаризаційної ділянки при проведенні національної інвентаризації лісів	22
3.1.3. Обмір дерев на інвентаризаційних ділянках при проведенні національної інвентаризації лісів	24
3.2. Інвентаризація лісового фонду Івано-Франківської області з використанням програмного забезпечення «Small Forest»	26
Висновки	31
Список літератури	32

ВСТУП

Актуальність теми дослідження

Досить інтенсивний розвиток наукових досліджень у галузі теорії та практики лісооблікових робіт відбувається практично синхронно з розвитком та удосконаленням дистанційних методів. Розглядаючи сучасні напрями науково-дослідної діяльності щодо національної інвентаризації лісів (НІЛ) та лісовпорядкування на прикладі, головним чином, скандинавських країн (піонерів сучасних підходів до НІЛ та «лазерної» таксації) можна відзначити тенденцію до зближення обох напрямків. Передумовами до вивчення можливостей зближення НІЛ та лісовпорядкування служать методичне зближення обох напрямків лісооблікових робіт, зближення характеристик використовуваних матеріалів ДЗЗ та прагнення оптимізувати витрати на виконання облікових робіт.

Мета та завдання.

Основною метою дослідження є аналіз можливості використання мобільного додатку «Small Forest» для проведення польових лісоінвентаризаційних робіт.

Для досягнення мети було передбачено виконання наступних завдань:

- Провести аналіз лісового фонду Івано-Франківської області.
- Дослідити методичні аспекти проведення польових робіт при національній інвентаризації лісів.
- Зробити аналіз роботи мобільного додатку «Small Forest» для проведення польових лісоінвентаризаційних робіт.

Об'єкт досліджень: національна інвентаризація лісів в Івано-Франківській області.

Предмет досліджень: використання мобільного додатку «Small Forest» при проведенні польових лісоінвентаризаційних робіт.

Методи досліджень: Аналіз динаміки основних показників лісового фонду проводився з використанням виробничих звітних та лісовпорядних матеріалів, а також із використанням нормативно-довідкового та загально прийнятого матеріалу. Для аналізу використовувалися матеріали повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект». Польові дослідження виконано із використанням мобільного додатку «Small Forest».

Перелік публікацій автора за темою дослідження. По матеріалах виконаних досліджень було одноосібно опубліковано 1 наукова праця, а також 2 праці у співавторстві:

1. Терещенко С. О. Особливості фіксації центра інвентаризаційної ділянки при проведенні національної інвентаризації лісів: матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми лісового господарства та екології: шляхи вирішення» (7-8 жовтня 2021 року, м. Житомир). Житомир: Поліський національний університет, 2021. С. 123-124.

2. Терещенко С., Фещенко І. Обмір дерев на інвентаризаційних ділянках при проведенні національної інвентаризації лісів. Ліс, наука, молодь: матеріали ІХ Всеукр. наук.-практ. конф. (24 листопада 2021 р.). – Житомир: Поліський національний університет, 2021. С. 221-222.

3. Ненько Л., Терещенко С., Шило С. Алгоритм проведення польових вимірювань в лісових інвентаризаційних ділянках. Ліс, наука, молодь: матеріали ІХ Всеукр. наук.-практ. конф. (24 листопада 2021 р.). – Житомир: Поліський національний університет, 2021. С. 160-161.

Практичне значення одержаних результатів. Проведені польові дослідження з використанням додатку «Small Forest» довели зручність використання програмного забезпечення, більш простий користувацький інтерфейс, що спрощує процес введення інформації та надійність збереження і передачі інформації з метою її подальшого обробітку. Це дає підстави впровадити додаток «Small Forest» як основний програмний засіб для проведення національної інвентаризації лісів України.

Структура та обсяг.

Сумарних обсяг роботи складає 38 сторінок, у тому числі основної частини 26 сторінок. У роботі також міститься 5 таблиць, 9 рисунків. Літературний огляд налічує 51 джерело.

РОЗДІЛ 1

СТРУКТУРА ЛІСОВОГО ФОНДУ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Ліси Івано-Франківської області відносяться до гірських і виконують різносторонні важливі економічні, екологічні та соціальні функції. Загальна площа лісового фонду області за даними лісовпорядкування становить понад 583 тис. га, включаючи лісові насадження усіх форм власності.

Найбільші площі в області займають експлуатаційні ліси, частка яких становить майже 41 % (рис. 1).

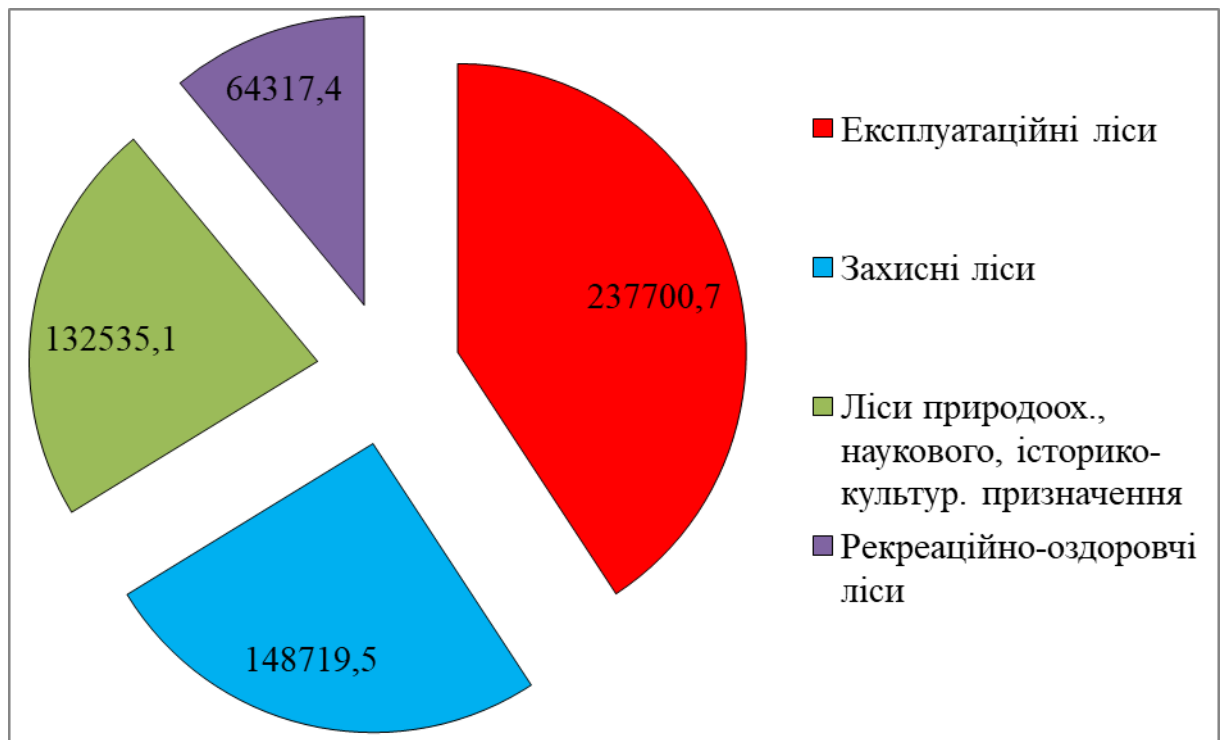


Рис. 1. Розподіл площ лісового фонду за категоріями лісу

Також великою є частка захисних лісів (25 %) та лісів природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення (23 %). Площі рекреаційно-оздоровчих лісів є порівняно меншими (11 %).

У складі захисних лісів лісовпорядкуванням виділено п'ять категорій захисності (табл. 1).

Розподіл площ захисних лісів за категоріями захисності

Категорії захисності	Площа, га	%
Байрачні та інші захисні ліси	238	0,2
Ліси протиерозійні	123550,7	83,1
Ліси уздовж берегів річок, навколо озер, водойм. та ін.	21686,4	14,6
Ліси уздовж смуг відведення автомобільних доріг	2316,9	1,6
Ліси уздовж смуг відведення залізниць	927,5	0,6
Разом	148719,5	100,0

Найбільш представленими є протиерозійні ліси, в яких встановлений особливий режим ведення лісового господарства і не проєктують рубки головного користування. На решті площ (16,9 %) встановлений обмежений режим ведення лісового господарства за виключенням особливо-захисних лісових ділянок (ОЗЛД).

Серед лісів I категорії за площею переважають національні природні парки (НПП), частка яких складає понад 57 %. Найбільшими за площею лісового фонду є зона регульованої рекреації, заповідна і господарська зона НПП. Всі ці зони характеризуються різним режимом ведення лісового господарства. Понад чверть площ лісів цієї категорії представлена заказниками, також значні площі заповідників і заповідних урочищ. Понад 9 % площ природоохоронних лісів охоплюють регіональні ландшафтні парки, третину територій з яких – це господарська зона з можливою експлуатацією.

Загалом серед лісів першої категорії обмежений режим користування можливий на понад 13 % площі лісового фонду. На решті режим лісокористування є особливим, тобто без проєктування рубок головного користування.

**Розподіл площ лісів природоохоронного, наукового, історико-культурного
призначення за категоріями захисності**

Категорії захисності	Площа, га	%
Заказники	33200,4	25,1
Заповідні лісові урочища	6829,8	5,2
Ліси історико-культурного призначення	1	0,0
Ліси наукового призначення, вкл. генетичні резервати	1149,6	0,9
Національні природні парки (господарська зона)	17196,1	13,0
Національні природні парки (заповідна зона)	17850,2	13,5
Національні природні парки (зона регульов. рекреації)	40363	30,5
Національні природні парки (зона стаціон. рекреації)	274,7	0,2
Пам'ятки природи'	932,3	0,7
Природні заповідники	5344	4,0
Регіональні ландшафтні парки (господарська зона)	4117,4	3,1
Регіональні ландшафтні парки (заповідна зона)	2102,9	1,6
Регіональні ландшафтні парки (зона регульов. рекреац.)	1646,7	1,2
Регіональні ландшафтні парки (зона стаціон. рекреац.)	1527	1,2
Разом	132535,1	100,0

Серед рекреаційно-оздоровчих лісів, які представлені шістьма категоріями захисності найбільші площі займають ліси зеленої зони, майже 87 %. Єдина категорія захисності, де можливе проведення рубок головного користування - лісогосподарська частина лісів зелених зон лідирує за площею у лісах цієї категорії. У зв'язку з наявністю великої кількості оздоровчих та лікувальних закладів на території області наявна значна площа рекреаційно-оздоровчих лісів поза межами зелених зон та зон округів сан. охор. лікув.-

оздоровчих територій – понад 10 % від загальної площі лісів 2-ї категорії (табл. 3).

Табл. 3

Розподіл площ рекреаційно-оздоровчих лісів за категоріями захисності

Категорії захисності	Площа, га	%
Ліси 1 і 2 зон округів сан.охор. лікув.-оздор. терит.	3667,2	5,7
Ліси 3 зони округів сан. охорони лікув.-оздор. терит.	68	0,1
Ліси у межах населених пунктів	2125,6	3,3
Лісогосподарська частина лісів зелених зон	43478,9	67,6
Лісопаркова частина лісів зелених зон	12192,2	19,0
Рекреаційно-оздоровчі ліси, поза межами зелених зон	2785,5	4,3
Разом	64317,4	100,0

На території лісового фонду області лісовпорядкуванням виділені 28 категорій особливо-захисних лісових ділянок (ОЗЛД) загальною площею 65,8 тис. га. Найбільші площі займають такі ОЗЛД як берегозахисні лісові ділянки – 16,8 тис. га, лісові ділянки на особливо охоронних частинах заказників – 18,6 тис. га, лісові ділянки на дуже стрімких гірських схилах – 8,5 тис. га, лісові ділянки на малопотужних кам'янистих ґрунтах – 5,6 тис. га і лісові ділянки у ярах, балках і річкових долинах - 5,2 тис. га.

Площа покритих лісом ділянок в області становить майже 91 %. Переважають ліси природного походження, частка площ яких становить 58 % від покритих лісом територій. З-поміж непокритих лісом ділянок найбільші площі займають зруби та незімкнуті лісові насадження, частка яких у лісовому фонді відповідно становлять 1,6 % та 1,9 %. Характерним для структури ділянок лісового фонду області є досить велика частка нелісових ділянок, з яких найбільші площі займають кам'яністі розсипи – 3,6 тис. га, пасовища,

виго́ни – 5,0 тис. га, сіножаті - 2,0 тис. га, струмки – 1,5 тис. га, лінії електромереж – 1,1 тис. га та інші нелісопридатні землі – 1,0 тис. га.

Лісорослинні умови області загалом є досить сприятливими для ведення лісового господарства. Переважаючим типом лісорослинних умов є свіжий сугру́д, частка якого сягає 2/3 площ лісових ділянок (рис. 2).

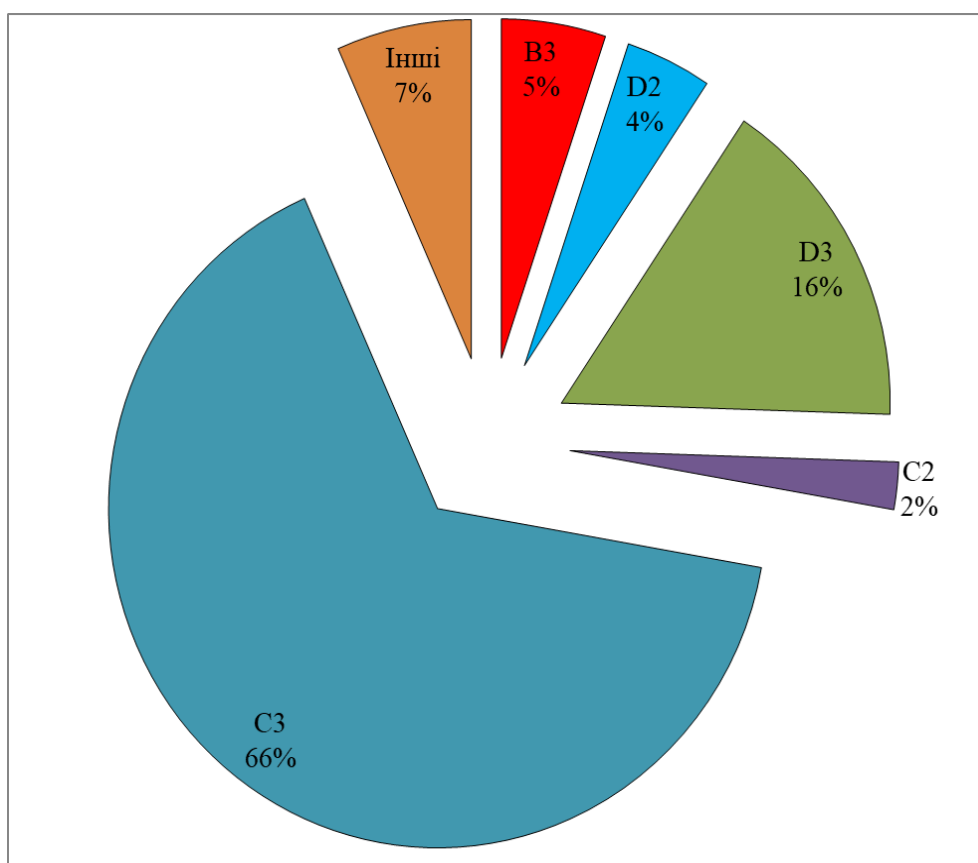


Рис. 2. Розподіл площ лісових ділянок за типами лісорослинних умов у лісах Івано-Франківської області

Найбільш багаті умови – свіжі та вологі груди займають лише 20 % площ лісових ділянок. Субори і бори є малопоширеними в області.

Лісовпорядкуванням виділено в межах області понад 90 типів лісу, з яких більшість представлена ялиновими, ялицевими, буковими, дубовими та сосновими типами лісу. Строката типологічна структура лісів області

зумовлена, насамперед, вертикальною зональністю. Найбільш поширені типи лісів наведені на рис. 3.

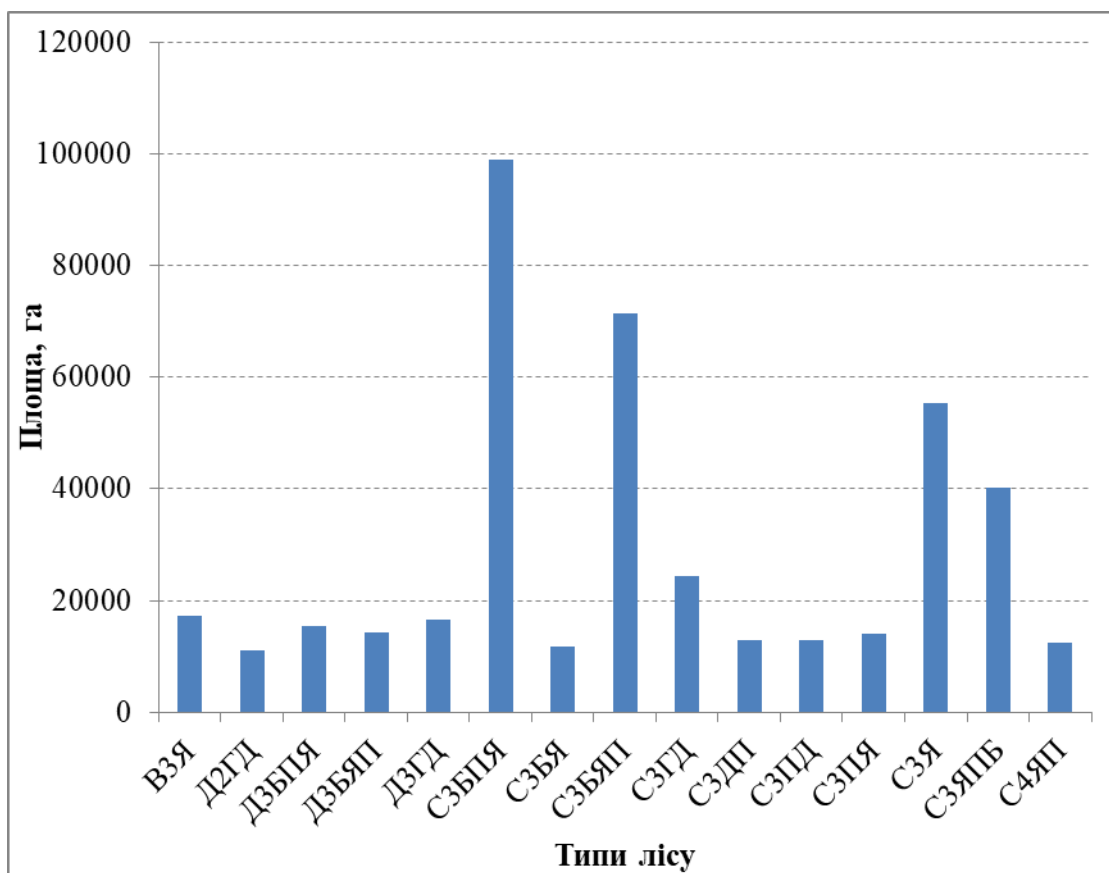


Рис. 3. Найпоширеніші типи лісу в Івано-Франківській області

Найбільші площі охоплює волога буково-ялицева та волога ялицево-букова сурамень, дещо менші площі представляє волога сурамень та волога ялиново-ялицева субучина. Значного поширення також набули в регіоні свіжі та вологі грабові і ялицеві судіброви та діброви, а також ялицеві сугруди та груди.

Видовий склад деревних порід області є досить різноманітним за рахунок сприятливих умов для росту великої кількості аборигенних і інтродуованих дерев та кущів.

Найпоширенішими в регіоні є ялинові деревостани, частка котрих складає понад 49 %, на другому місці букові ліси – 20 %, на третьому – дубові

(11 %), частка яличників складає майже 7 %. З інтродукованих порід найбільші площі покриває дуб червоний, частка якого у лісовому фонді становить 1,6 % (рис. 4).

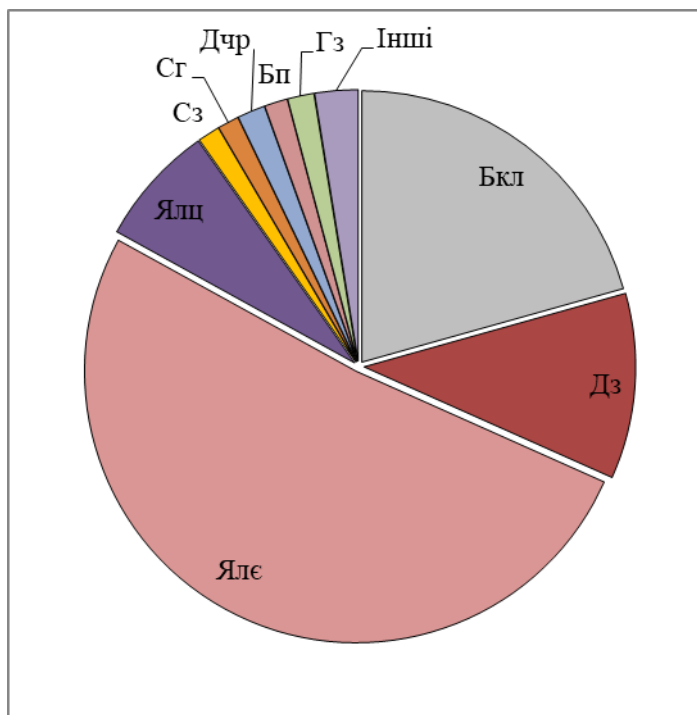


Рис. 4. Породний склад лісів в Івано-Франківській області

Переважає більшість лісів області природного насінневого походження – 64 %, значна частка деревостанів є штучними – 32 % і, відповідно, невеликі площі листяних насаджень є порослевого походження - 4 %.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ПРОВЕДЕННЯ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ТА ЛІСОВПОРЯДКУВАННЯ В УКРАЇНІ ТА ЗАКОРДОНОМ

Досить інтенсивний розвиток наукових досліджень у галузі теорії та практики лісооблікових робіт відбувається практично синхронно з розвитком та удосконаленням дистанційних методів. Розглядаючи сучасні напрями науково-дослідної діяльності щодо національної інвентаризації лісів (НІЛ) та лісовпорядкування на прикладі, головним чином, скандинавських країн (піонерів сучасних підходів до НІЛ та «лазерної» таксації) можна відзначити тенденцію до зближення обох напрямків. На перший погляд ця тенденція виглядає помилковою і ірраціональною – багаторазово (особливо під час критики системи вітчизняної НІЛ) при викладі цілей та завдань НІЛ пояснювалося, що ці два напрями лісооблікової діяльності незалежні та спрямовані на вирішення різних завдань для різних рівнів керування лісами. Дійсно, у більшості країн проведенням НІЛ та лісовпорядкуванням займаються різні організації (як правило, роботи з НДЛ проводять державні організації). Для виконання оцінок характеристик лісів при НІЛ та лісовпорядкуванні використовуються різні методики робіт.

У сусідніх країнах відзначаються крайнощі, пов'язані з питанням зближення НІЛ та лісовпорядкування [24]. У перші роки впровадження НІЛ у РФ серед учасників російської лісової спільноти існувало помилкове переконання щодо можливостей практичного використання його результатів для задач практичного лісового господарства (переконання полягало в очікуванні отримання від НІЛ детальної та просторово локалізованої інформації про лісах, порівнянної з даними лісоустрою та придатною для завдань лісового планування та проектування) [20]. Протягом кількох років після введення у дію системи НІЛ у РФ увагу деяких дослідників привертали питання порівняння точності характеристик лісів, отриманих за результатами ГІЛ та лісовпорядкування, пошуку переваг повидільного лісовпорядкування на регіональному (і національному) рівнях перед НІЛ, оцінки на основі ПП НІЛ

різних характеристик природних ресурсів та вдосконалення нормативно-довідкової інформації лісоустрою на основі даних НІЛ [22]. Перелічені питання здебільшого вже давно вирішені у країнах з багаторічним досвідом проведення НІЛ та лісовпорядкування та не носять такого принципового та актуального характеру. У методичному відношенні замість отримання незалежних оцінок лісів під час проведення НІЛ РФ використовуються агреговані дані повидільного лісовпорядкування, доповнені даними наземних ПП, що є предметом обґрунтованої критики та дискусій [25].

Передумовами до вивчення можливостей зближення НІЛ та лісовпорядкування служать методичне зближення обох напрямків лісооблікових робіт, зближення характеристик використовуваних матеріалів ДЗЗ та прагнення оптимізувати витрати на виконання облікових робіт [47]. Так, при проведенні лісовпорядкування в скандинавських країнах використовується загалом той самий підхід, що й за багатоджерелової НІЛ – спільна обробка даних, отриманих на основі наземних пробних площ та матеріалів ДЗЗ [37, 41, 45, 46]. Відмінності обробки пов'язані з формою ПП, переліком визначених показників (хоча деякі характеристики повторюються при обох видах робіт), детальністю матеріалів ДЗЗ [36].

Детально сучасні особливості обох напрямків лісооблікових робіт (НІЛ та лісовпорядкування) та перспективи їх зближення на прикладі скандинавських країн розглядаються у статті «Дистанційні методи та інвентаризації лісів у скандинавських країнах – дорожня карта на майбутнє» [38]. Примітно, що ідея можливого зближення двох напрямків лісооблікових робіт підтримується вітчизняними спеціалістами [4, 16, 18].

Використання аерофотозйомки (АФЗ) для НІЛ почалося з 1960-х рр., супутникових знімків з 1980-х рр., лазерного сканування з 2000-х років. Використання АФЗ для лісовпорядкування почалося з 1940-х років, лазерного сканування з 2000-х років. Перші лісові ресурсні карти на основі матеріалів ДЗЗ стали створюватися у Фінляндії 1980-х рр., у Данії з 2007 р., Норвегії – з 2010-х рр [37, 39, 41]. Сучасні особливості НІЛ та лісовпорядкування з

урахуванням використовуваних методів робіт та матеріалів ДЗЗ коротко відображені в таблиці 4.

Таблиця 4

Використання матеріалів ДЗЗ при лісоустрої та НДЛ скандинавських країн [38]

Країна	НІЛ	Лісовпорядкування	Лісова картографія
Данія	Кластерне розміщення ПП. Страт немає. Цикл НІЛ – 5 років. Щорічно обстежується 8600 ПП. Матеріали ДЗЗ-КС (1990-2011), лідарні дані у 2006-2007	Візуальне дешифрування АФЗ з польовими роботами	Карти землекористування та категорій земель на основі знімків Landsat (1990, 2000, 2011) з розміром пікселя 30x30 м використання наземних даних. Лісові ресурсні карти на основі АФЗ (2006-2007, 2014-2015) з розміром пікселя 25x25 м з використанням ПП НІЛ
Фінляндія	Стратифіковане кластерне розміщення (6 страт). Цикл НІЛ – 5 років. Щорічно обстежується 15000 ПП. Матеріали ДЗЗ – АФЗ (Лапландія, 1964-1984 рр.), супутникові знімки з 1980-х.	Лазерне сканування (окомірна оцінка наземним методом до 2008 р.)	Карти багатоджерельної НІЛ на основі знімків Landsat та ін. (2011, 2013, 2015) з розміром пікселя 16x16 м з використанням ПП НІЛ. Лісові ресурсні картки основі АФЗ (щорічно на частині країни) з розміром пікселя 16x16 м з використанням спеціальних ПП
Норвегія	Стратифікована систематична вибірка (4 страти). Цикл НІЛ - 5 років. Щорічно обстежується 4400 ПП. Матеріали ДЗЗ – супутникові знімки, лідарні та (або) фотограмметричні дані для лісових карт та оцінок	Візуальне дешифрування АФЗ або площинне лазерне сканування (окомірна оцінка наземним методом до кінця 1970-х рр.)	Лісові ресурсні картки SR16 на основі АФЗ та даних з поставлення зображень (2017 р, регіон Trøndelag) з розміром пікселя 16x16 м використанням ПП НДЛ. Лісові ресурсні карти SATSKOG на основі знімків Land sat (2007) з розміром пікселя 30x30 м з використанням ПП НІЛ.
Швеція	Стратифіковане кластерне розміщення (5 страт). Цикл НДЛ – 5 років. Щорічно обстежується 10000 ПП. Матеріали ДЗЗ – знімки для картування лісових ресурсів (2000-2015), лідарні та фотограмметричні дані для лісових карт (з 2016)	Візуальне дешифрування АФЗ (Окомірна оцінка наземним методом ще використовується)	Лісова карта SLU на основі КС Landsat (2000, 2005, 2010) з розміром пікселя 25x25 м використанням ПП НІЛ. Лісова карта Skoglīga grunddata на основі АЛС (2016) з розміром пікселя 12,5x12,5 м з використанням ПП НІЛ. Лісова карта National Corine на основі КС Spot (2012) з розміром пікселя 10-25 м з використанням ПП НІЛ.

Історично НДЛ та лісовпорядкування є різними заходами, проведеними різними виконавцями у різних цілях. Проте в даний час час ПП НІЛ часто використовуються як тренувальні набори при створенні ресурсних карт національного рівня [4]. Основою для створення таких карт служать або супутникові знімки або дані лазерного сканування, або фотограмметричні хмари точок [42]. Ці карти зазвичай менш точні або менш докладніші, ніж дані лісоустрою, але знаходяться у відкритому доступі [44].

НІЛ та лісовпорядкування мають чітко виражені різні цілі: цілі НІЛ – отримання національної, регіональної чи муніципальної статистики. Цілі лісовпорядкування – оперативне планування на рівні лісових холдингів та окремих насаджень. Ці завдання змінюються внаслідок розвитку методів опрацювання. Наприклад, у Фінляндії мультиджерельна НІЛ виконує оцінку даних на рівні насаджень, зазвичай проводиться при лісовпорядкуванні [40, 47]. У майбутньому це може призвести до економії коштів – якби лісовпорядкування проводилося з використанням карток, побудованих на даних ПП НІЛ замість ПП лісовпорядкування (або з об'єднанням ПП НІЛ та лісовпорядкування). Це, правда, може призводити до плутанини, якщо будуть кілька статистичних наборів з неявними методами та різними характеристиками точності [15].

Примітно, що у кожній із скандинавських країн є перспективні плани розвитку лісовпорядкування [37-40]. У Данії це побудова карт запасу та біомаси на основі ПП НІЛ та даних АФЗ. У Фінляндії найближчим часом очікується надання даних лісоустрою в растровому форматі вільному доступі [40]. У Норвегії планується вивчення використання з метою лісоустрою можливостей ПП НІЛ, фотограмметричних та мультитимчасових 3D-даних [38]. Також планується тестування комбінування даних сенсорів з результатами 3D АФЗ, а також фотограмметричних даних з гіпер- та / або мультиспектральними даними. У Швеції планується вивчення можливостей застосування 3D фотограмметричних хмар точок, отриманих на основі АФЗ на регулярній основі з метою контурного дешифрування, оцінки зростання на

рівні осередків мережі та виконання автоматизаційних оцінок характеристик лісів [46].

Відзначаються ключові особливості можливого зближення (синергії) двох напрямів лісооблікових робіт. Інформація, одержувана на основі матеріалів ДЗЗ для великих територій, може змінити роль НІЛ та лісовпорядкування від абсолютно незалежних процесів до взаємопересічних процесів. Існує очевидна синергія (взаємодія) між НІЛ та лісовпорядкування, доступна в методології та технології оцінки великих територій: чим більша площа оцінюваних територій, тим більше ймовірність того, що потреби НІЛ та лісоустрою можуть збігатися. За рахунок синергізму цих двох систем може бути підвищено рентабельність збору даних про лісові ресурси [38]. Запропоновано запуснути спільну дослідницьку програму для країн Північної Європи для вивчення питань зближення програм НІЛ та лісовпорядкування. До запропонованих для вивчення питань належать [33]:

- економічний аналіз різноманітних стратегій отримання даних лісоустрою (комбінування даних АФЗ з даними для локальних ділянок, ПП НІЛ, використанням зіставлення зображень (image matching);
- вивчення можливостей для підвищення достовірності та зниження вартості отримання даних при НІЛ та лісовпорядкуванні, використовуючи нові 87 технології (включаючи використання ПП НІЛ для великих територій разом з 3D-матеріалами на додаток до ПП лісовпорядкування),
- вивчення можливостей агрегування ресурсних растрових карток великих територій від рівня насаджень до регіонального рівня (з вивченням статистичних оцінок точності),
- вивчення можливостей відображення якісної інформації на лісових картах,
- вивчення можливостей використання 3D - матеріалів з кількох джерел,
- вивчення можливостей використання суцільного картування для проведення моніторингу змін та оцінок точності змін.

У деяких країнах (Швеція, Фінляндія, Норвегія, Німеччина) високі рівнем наукових досліджень у галузі лісооблікових робіт швидке зближення двох видів лісооблікових робіт вже є можливим. Це підтверджує та характер проведених досліджень, спрямованих на вивчення можливостей заміни та доповнення вихідних матеріалів (даних пробних площ, матеріалів ДЗЗ) та методів обробки даних одного напрямку іншим. Наприклад, оцінка можливостей використання наземних пробних площ НІЛ для лісовпорядкування, порівняння можливостей визначення характеристик майданчиків постійного радіусу та реласкопічних майданчиків за даними ДЗЗ, вивчення можливостей цифрового моделювання поверхонь лісового пологу за результатами лазерної та аерофотозйомки з метою визначення характеристик лісів, розвиток та застосування «лазерної» таксації лісів. Навіть за умови просторового зближення облікових одиниць НІЛ та лісоустрою необхідність використання наземних пробних площ зберігається. Наземні пробні площі повинні використовуватись для оцінки таких характеристик лісів, які неможливо достовірно оцінювати на основі матеріалів ДЗЗ (детрит, ґрунтовий покрив, підліт, наявність пошкоджень рослинного покриву). Також при можливому суміщенні даних НІЛ та лісовпорядкування продовжують зберігати свою значущість методи перерахунку характеристик лісів з точкових ділянок (пробних площ) з використанням даних ДЗЗ (наприклад, за допомогою методу k-NN), так і без них [40-47].

Насамперед важливо пам'ятати, що дані види лісооблікових робіт (лісовпорядкування та НІЛ) призначені для принципово різних цілей. Метою інвентаризації є охоплення значних територій, визначення середніх значень лісотаксаційних показників для вирішення завдань стратегічного планування. Метою лісовпорядкування є визначення конкретних характеристик насаджень з метою планування лісогосподарської діяльності та лісозаготівель. Дані інвентаризації не застосовні для вирішення завдань лісовпорядкування. Навіть за умови отримання репрезентативних та незміщених оцінок кількісних та якісних характеристик лісів внаслідок проведення НІЛ ці оцінки не зможуть

використовуватись для планування лісогосподарських заходів та уточнення обсягів використання лісів.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ЛІСІВ У ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

3.1 Методичні аспекти проведення польових робіт при національній інвентаризації лісів

3.1.1. Алгоритм проведення польових вимірювань в лісових інвентаризаційних ділянках

Польові роботи по обстеженню інвентаризаційних ділянок здійснюється польовими інвентаризаційними групами, котрі складаються принаймні з двох інженерно-технічних працівників. Кожна група отримує польовий комплекс Field-Mar, котрий має завантажену базу даних, нормативно-довідкові матеріали та ряд необхідних для виконання обстежень інвентаризаційних ділянок засобів. Для визначення локації розташування інвентаризаційної ділянки виконується винесення координат її центру на місцевість за допомогою геодезичних приладів та геопозиційних засобів. При обстеженні на місцевості уточнюється результат стратифікації інвентаризаційної ділянки з використанням ДЗЗ, що передбачає віднесення її певної групи за розміщенням у межах покритих лісом ділянок.

Власне сама інвентаризаційна ділянка являє собою коло з радіусом 12.62 м (рис. 5) [4].

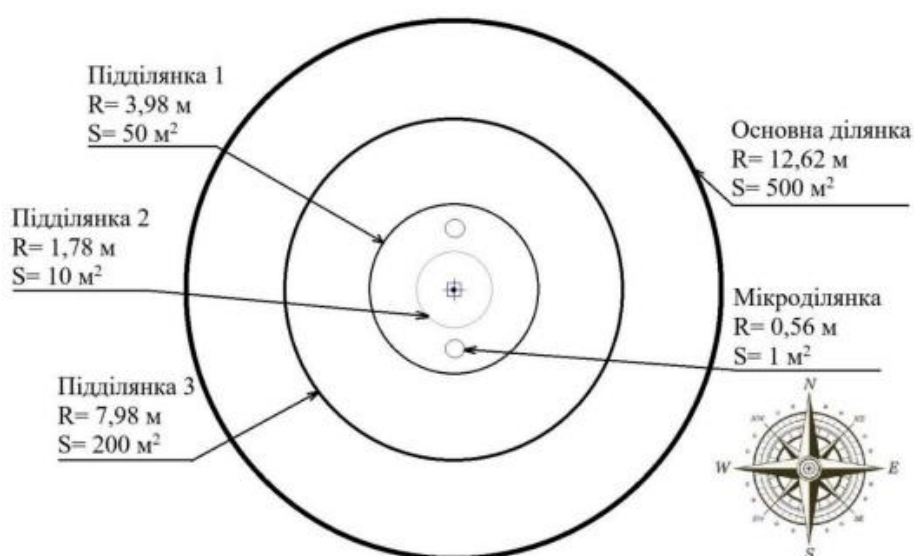


Рис. 5. Схематичний вигляд інвентаризаційної ділянки

У межах ділянки для оптимізації затрат часу на заміри дерев різних величин діаметрів, розміщуються три кругових субпроби, центри котрих мають співпадати із центром основної кругової проби. Крім цього в межах інвентаризаційної ділянки розміщені дві мікроділянки на яких проводять обмір сіянців і самосіву. В залежності від наявності неоднорідних умов ділянка розділяється на частини довільної форми із подальшим їх нанесенням на електронну карту.

Інвентаризаційні ділянки інтегруються на чотири і утворюють інвентаризаційний тракт, що схематично являє собою квадрат з розміром сторони 420 м, у вершинах якого розміщуються центри інвентаризаційних проб [4]. Кожен тракт із інвентаризаційними ділянками відображають обстеження певного року, що проводяться лише раз протягом циклу інвентаризації. При проведенні повторних циклів рекомендується проводити польові роботи в близькі терміни до проведення попередніх обстежень з відхиленням не більше трьох календарних тижнів.

При початковому обстеженні інвентаризаційних ділянок після проведення їх пошуку, фіксації центру і опису з картографуванням здійснюється обмір дерев (включаючи картографування і опис), модельних дерев, пнів, деревної ламані, надґрунтового покриву, чагарників, ґрунтів, природного поновлення. Після цього позначають вказівні дерева з фотофіксацією ділянки.

При повторному обстеженні здійснюється повторний пошук центра проби та його поновлення, після ідентифікації дерев попереднього обліку та їх переліку виконують обмір дерев, які досягли граничних діаметрів по субпробах. Алгоритм обмірів та описів усіх елементів (пні, ламань тощо) є подібним до початкового обстеження.

3.1.2. Особливості фіксації центра інвентаризаційної ділянки при проведенні національної інвентаризації лісів

При проведенні національної інвентаризації лісів (НІЛ) на місцевості закладаються інвентаризаційні ділянки, котрі перед початком обліку

потребують фіксації центру та позначення вказівних дерев та орієнтирів, а також фотофіксації. У потенційному центрі інвентаризаційних ділянок потрібно встановити GPS-приймач, який протягом 3-5 хвилин отримує координати. При наявності гарного сигналу супутників GPS-приймач розміщують безпосередньо на поверхні землі. При незадовільному сигналі супутників здійснюється геоприв'язка потрібного потенційного центру до визначеної іншої додаткової точки, яка розташована на відкритому місці, де сигнал приймача задовільний, із наступним використанням комплексу приладів. Після визначення фактичних географічних координат проби і висоти над рівнем моря, саме ці дані будуть використані для пошуку ділянок при виконанні повторних обстежень і контролі. Прийнятою умовою фіксації центрів інвентаризаційних ділянок є досягнення непомітності цієї фіксації для сторонніх людей.

Фіксація центрів інвентаризаційних ділянок при належних умовах їх доступності, здійснюється за допомогою металевих стержнів довжиною 40-50 см, які забиваються в землю (висота надземної їх частини повинна складати 3-5 см). При неможливості точної фіксації центрів доступних інвентаризаційних ділянок таким способом у зв'язку із потраплянням точок розміщення на каменисті, водні поверхні чи дерева, потрібно перенести центр проби на мінімальну віддаль (до 2 метрів).

На інвентаризаційних ділянках також позначають 3 вказівні дерева, до яких на рівні землі прикріплюють спеціальні сигнальні бирки розміром 5×5 см у напрямку центрів ділянок. Інформацію про вказівні дерева відмічають після виконання обмірів дерев і закріплення самих бирок. Крім цього здійснюється геоприв'язка центрів інвентаризаційних ділянок орієнтирів, які розташовані за межами ділянок, шляхом проведення картографування їх розміщення відносно центрів ділянок.

Обов'язковим способом фіксації інвентаризаційних ділянок є додаткове проведення їх фотофіксації для полегшення пошуку при повторному обліку. Фотофіксацію здійснюється після проведення замірів дерев. У момент

фотофіксації номерки дерев мають бути прикріплені на деревах. При наявності технічних засобів здійснюється панорамне фотографування із центру ділянок із початкового позиціонування з північного напрямку по ходу годинникової стрілки. Для укритих лісом ділянок важливою умовою є помітки тимчасових номерів дерев при їх обліку. У іншому разі фотографується центр інвентаризаційної ділянки із півдня на відстані 5 м від центру. При фотографуванні забезпечується геолокація.

3.1.3. Обмір дерев на інвентаризаційних ділянках при проведенні національної інвентаризації лісів

Усі дерева, які знаходяться на інвентаризаційній ділянці, повинні бути обстежені для проведення їх обміру. При інвентаризації деревом вважається деревна рослина, котра має висоту (повалене - довжину) понад 1,3 м і діаметром на рівні грудей більш як 2 см, має один стовбур і окреслену крону. Обстеженню підлягають живі і сухостійні дерева на корені в прямостоячому, нахиленому і поваленому стані. Дереву підлягають обміру при відповідності їх біометричних параметрів вимогам структури проби. Приналежність дерев до відповідної субпроби визначається їх віддаленістю від центра інвентаризаційної ділянки. При порівнянні діаметрів дерев на висоті 1,3 м із граничними показниками визначається потреба проведення їх обмірів (табл. 5).

Табл. 5

Граничні діаметри облікових дерев [4]

Інвентаризаційна ділянка	Радіус КПП, м	Площа КПП, м ²	Крайні DBH, см
Основна ділянка	12.62	500	>26
Субпроба 1	7.98	200	>14
Субпроба 2	3.98	50	>6
Субпроба 3	1.78	10	>2

Дерева, котрі перевищують визначений для субпроби граничний діаметр заміру дерева на висоті 1.3 м (DBH), приймаються як облікові, картографуються, вимірюються й описуються за рядом показників. Картографування починається із облікового дерева, котре знаходиться найближче до центру проби в північному напрямку, йому присвоюється перший порядковий номер. Надалі всі облікові дерева пронумеровують і картографують по ходу годинникової стрілки. Для всіх облікових дерев визначаються координати їх локації відносно центру основної проби: встановлюється відстань до центру проби та азимут від центру до дерева. Після проведення картографування всіх облікових дерев, проводиться вимірювання та опис їх таксаційних показників у спеціальній програмній формі за такими показниками: порода, номер, координати (відстань, азимут), діаметр, якість стовбура, ярус, клас Крафта, наявність розвилки, пошкодження (тип, місце, інтенсивність), категорія санітарного стану, приналежність до сухостою (чинник, стадія розкладання). У кожного з охоплених дерев висота визначення діаметра вимірюється від поверхні ґрунту. За допомогою віхи з позначкою встановлюється точка виміру діаметра кожного облікового дерева на відстані 1,3 м від поверхні ґрунту. Точку заміру діаметрів дерев фіксують за допомогою канцелярської кнопки для всіх дерев до 26 см чи цвяхом для грубших дерев у напрямку центру проби. Діаметр дерев визначається за допомогою мірної стрічки. При деформаціях стовбура, відсутності кори на висоті 1,3 від поверхні землі, діаметр замірюють у непошкодженому місці, зміщуючи точку вимірювання не далі, ніж на 10 см. При великих деформаціях стовбура (> 10 см) потрібно провести заміри над і під деформацією. Місця двох замірів також позначаються канцелярськими кнопками чи цвяхами. Віддаль від нижнього місця заміру до 1,3 м є дзеркальним відбиттям верхнього, наприклад при нижньому заміні на висоті 115 см, верхній замір буде на висоті 145 см.

3.2. Інвентаризація лісового фонду Івано-Франківської області з використанням програмного забезпечення «Small Forest»

Івано-Франківська область є одною з двох регіонів, де цього року проводиться повторна інвентаризація лісів, котра була відновлена після 5-тирічної перерви. Попередні результати національної інвентаризації лісів в області виявили певні розходження з даними лісовпорядкування. Ці розходження стосувалися здебільшого в прирості основних лісотвірних порід, запасах сухостою та захаращення. Первинна інвентаризація лісів регіону проводилася із використанням електронних вимірювальних приладів і програмних засобів польового комплексу «Field Map» для роботи з яким спеціально були розроблені методичні вказівки. Оскільки дане програмне забезпечення є фактично єдиним в Україні ліцензійним засобом для автоматизації при проведенні інвентаризаційних польових робіт, цього року було використано пілотний варіант вітчизняного софту розробленого на базі мобільного ГІС додатку «SmallForest» (рис. 6).

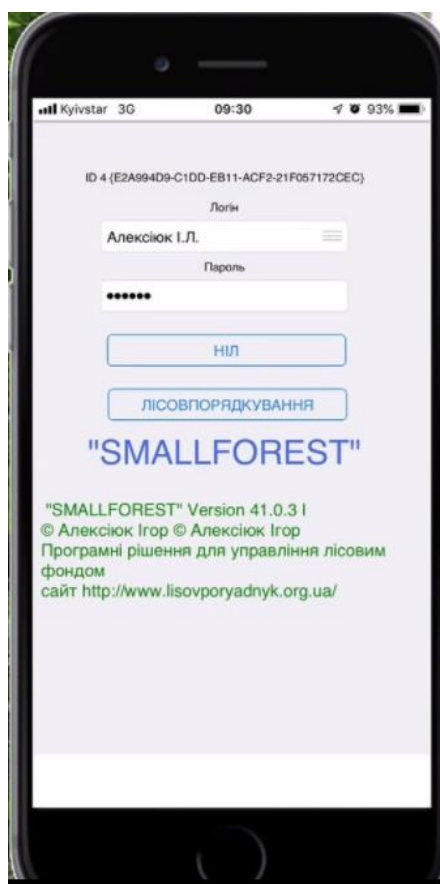


Рис. 6. Вікно авторизації додатку «Small Forest»

Мобільний додаток «SmallForest» в початковому його варіанті містив лише квартальну і видільну сітку майже всіх підприємств підпорядкованих Державному Агенству Лісових Ресурсів України. При проведенні авторизації користувачі мали змогу вводити певну галузеву інформацію про таксаційний виділ і передавати через систему між рештою співробітників на лісогосподарському підприємстві, що фактично дозволяли діджиталізувати всі зміни в лісовому фонді, яку утворювалися в процесі господарювання. Це значно могло б спростити роботу по збору інформації для безперервного лісовпорядкування.

Через даний додаток можна було створити новий підвиділ, котрий відображався відразу для всіх авторизованих правників підприємства. В додатку була передбачена можливість проектувати рубки та відмічати стан їх виконання, робити зміни щодо категорій ділянок, наприклад при утворенні зрубу. Дуже корисною виявилася наявність у додатку таксаційної характеристики виділів. Згодом у програмі з'явилася функція побудови планів бусольної зйомки (рис. 7).

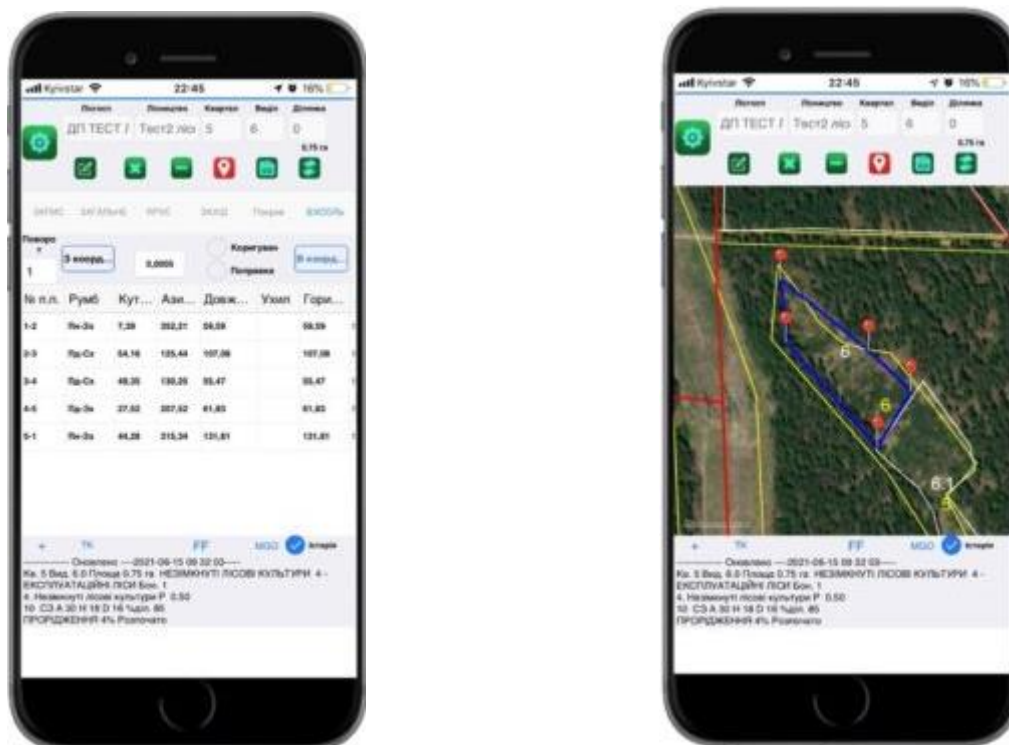


Рис. 7. Опція складання плану бусольної зйомки в додатку «Small Forest»

Для потреб виробництва було додано опцію складання абрисів для побудови схем розробки лісосік або так званих технологічних карт та модуль проведення переліку дерев при відведенні лісосік та їх матеріально-грошової оцінки (рис. 8).

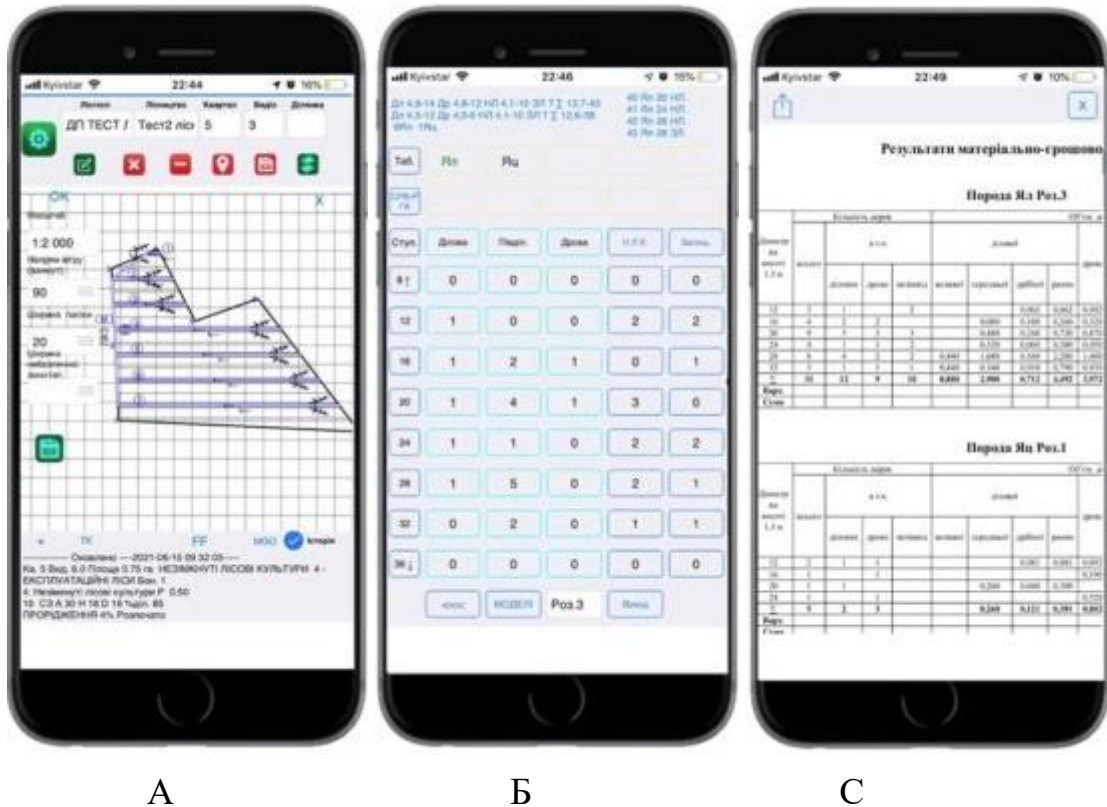


Рис. 8. Опції складання технологічної карти (А), перелікової відомості (Б) та матеріально-грошової оцінки (С) в додатку «Small Forest»

Крім цього розробник програмного забезпечення «Small Forest», Ігор Алексіюк, згодом додав можливість використовувати мобільний додаток у якості вимірювального засобу при визначенні висоти ростучих дерев, а також при замірі суми попередчих перетинів при проведенні реласкопічної таксації. Тобто фактично додаток вже мав зовсім інший функціонал і міг слугувати помічником як інженеру-таксатору, так і працівникам лісгосподарських підприємств.

Переломним моментом, який суттєво змінив вектор використання мобільного додатку, стало використання його як альтернативного засобу для проведення національної інвентаризації лісів при проведенні польових робіт у Івано-Франківській області. Для можливості проведення польових робіт із використанням сучасних електронних засобів автором було спеціально розроблено опції для заповнення бази даних на інвентаризаційних ділянках та картографування облікових дерев (рис. 9)

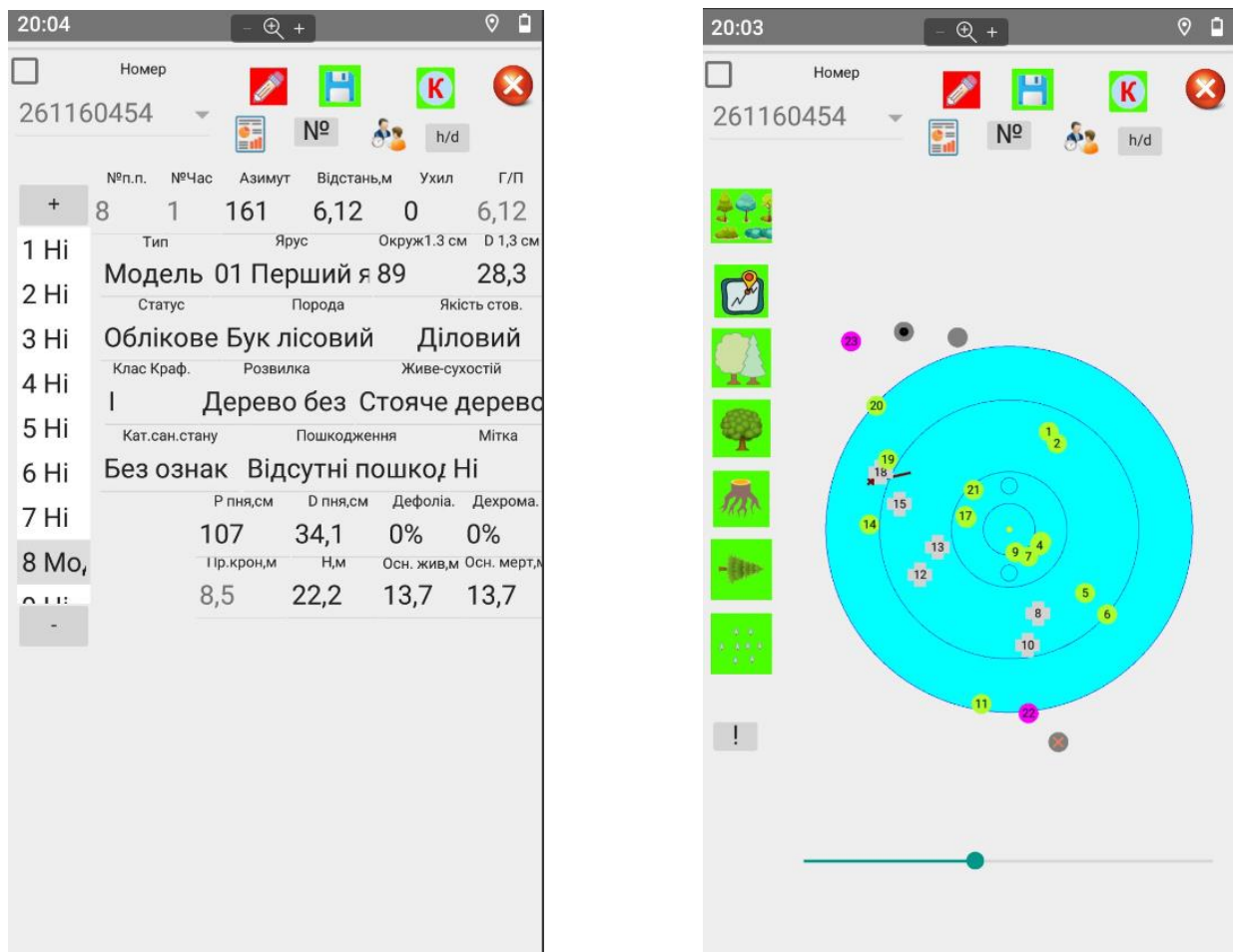


Рис. 9. Опції для проведення польових робіт на інвентаризаційних ділянках з використанням додатку «Small Forest»

У результаті проведення польових робіт при повторній інвентаризації лісового фонду Івано-Франківської області значна частина польового матеріалу була отримана за допомогою додатку «Small Forest». Спочатку

програма використовувалася як альтернативний засіб в режимі тестування, при якому проходила його апробація, а згодом вже як повноцінне програмне забезпечення з комутацією з електронними вимірювальними засобами. Проведені польові дослідження з використанням додатку «Small Forest» довели зручність використання програмного забезпечення, більш простий користувацький інтерфейс, що спрощує процес введення інформації та надійність збереження і передачі інформації з метою її подальшого обробітку. Це дає підстави впровадити додаток «Small Forest» як основний програмний засіб для проведення національної інвентаризації лісів України.

ВИСНОВКИ

1. Ліси Івано-Франківської області відносяться до гірських і виконують різносторонні важливі економічні, екологічні та соціальні функції. Загальна площа лісового фонду області за даними лісовпорядкування становить понад 583 тис. га, включаючи лісові насадження усіх форм власності.

2. Площа покритих лісом ділянок в області становить майже 91 %. Переважають ліси природного походження, частка площ яких становить 58 % від покритих лісом територій. Характерним для структури ділянок лісового фонду області є досить велика частка нелісових ділянок, з яких найбільші площі займають камянисті розсипи – 3,6 тис. га, пасовища, вигони – 5,0 тис. га, сіножаті - 2,0 тис. га, струмки – 1,5 тис. га, лінії електромереж – 1,1 тис. га та інші нелісопридатні землі – 1,0 тис. га.

3. Івано-Франківська область є одною з двох регіонів, де цьогоріч проводиться повторна інвентаризація лісів, котра була відновлена після 5-тирічної перерви. Первинна інвентаризація лісів регіону проводилося із використанням електронних вимірювальних приладів і програмних засобів польового комплексу «Field Map».

4. У результаті проведення польових робіт при повторній інвентаризації значна частина польового матеріалу була отримана за допомогою додатку «Small Forest». Для можливості проведення польових робіт із використанням сучасних електронних засобів автором було спеціально розроблено опції для заповнення бази даних на інвентаризаційних ділянках та картографування облікових дерев

5. Проведені польові дослідження з використанням додатку «Small Forest» довели зручність використання програмного забезпечення, більш простий користувацький інтерфейс, що спрощує процес введення інформації та надійність збереження і передачі інформації з метою її подальшого обробітку. Це дає підстави впровадити додаток «Small Forest» як основний програмний засіб для проведення національної інвентаризації лісів України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеев, А.С. Статистическая инвентаризации лесов в России и современная государственная инвентаризация лесов. Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2013b. № 4. С. 122-123.
2. Алексеев, А.С. Теоретические основы государственной (национальной) инвентаризации лесов. Лесное хозяйство. 2009. № 4. С. 31-33.
3. Алешко, Р. А. Разработка методики актуализации информации о лесном участке с использованием снимков со спутников и малых БПЛА / Р. А. Алешко, А. А. Алексеева, К. В. Шошина [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 5. С. 87-102.
4. Методичні вказівки з проведення польових робіт з національної інвентаризації лісів України / Букша І. Ф., Сторожук В. Ф., Пастернак В. П., Пивовар Т. С., Букша М. І., Яроцький В. Ю., Бондарук М. А., Лялін О. І. Х., УкрНДІЛГА, 2021. - 111 с.
5. Досвід застосування програмно-технічного комплексу Field-Map при відведенні лісосік у ДП «Конотопське ЛГ» / О.А. Слиш, В.Ю. Яроцький / Науковий вісник НУБіП. Вип 171(3). К.: 2012. С.84-90.
6. Зеленський М.Н. Лісоінвентаризація. Практи Горошко. Л. : УкрДЛТУ, 2003. 44 с.
7. Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у містах та селищах міського типу України, затверджено Наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України 24.12.2001 №226. Зареєстровано в Мін'юсті України 25.02. 2002 р. № 182/ 6470. 22 с.
8. Каганяк Ю.И. Парколісовпорядкування: навч. посіб. / Ю.И. Каганяк, А.А. Строчинський, М.П. Горошко. Л. ; Тріада плюс. 2009. 360 с.
9. Методика визначення таксаційних показників рекреаційного призначення та розрахунку рекреаційного навантаження і ємності природних комплексів / за ред. Р.Р. Возняка, А.В. Фукаревича. - К., 1993. 32 с.

10. Методичні рекомендації щодо обліку зелених насаджень у населених пунктах України // Наказ Міністерства будівництва, архітектури, та житлово-комунального господарства України № 386 від 22.11.2006 р. К. 12 с.
11. Ландшафтная таксация и формирование насаждений пригородных зон / Моисеев В.С. и др. Л. ; Стройиздат, Ленинград, отд-ние, 1977. 224 с.
12. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии. К. ; Урожай, 1987. - 560 с.
13. Правила утримання зелених насаджень міст та інших населених пунктів України // Постанова ДК України по ЖКГ № 70 від 29.07.94 р.
14. Field-Map. IFER-Monitoring and Mapping Solutions. [Електронний ресурс]. Режим доступу ; [http:// www.field-mapping.com](http://www.field-mapping.com)
15. Інформаційні системи у лісовому господарстві. Матеріально-грошова оцінка лісосіки: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів лісогосподарського факультету / Ємельянов В.Г., Жадан І.В., Полупан А.В., Любич М.В.Х.: ХНАУ, 2007. 34 с.
16. Информационный стандарт для лесного хозяйства Украины - основа интеграции данных и развития ГИС / М.Черны, И.Ф. Букша, В.П. Пастернак, Р.Русс//Лісівництво і агролісомеліорація. 2005. Вип. 108. С. 9-16.
17. Лісівничо-таксаційна характеристика та картування деревостанів за допомогою польової ПС "Field-Map" / І.Ф. Букша, В.П. Пастернак, Т.С. Мешкова, М.І. Букша // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість: міжвід. наук.-техн. зб. НЛТУ Львів: 2006. Вип. 30. С. 240-245.
18. Лісова таксація: методичні вказівки для використання польової ГІС Field-Map студентами факультету лісового господарства напряму 6.090103 - лісове і садово-паркове господарство / [Пастернак В.П., Букша І.Ф., Ткач Л.І. та ін.]. Х. : ХНАУ, 2008. 59 с.
19. Любич М.В. Обґрунтування принципів відбору модельних дерев для встановлення сортиментно-гатункової структури деревостанів / М.В. Любич, І.Ф. Букша, В.П. Пастернак // Лісівництво та агролісомеліорація - 2008. Вип. 114. С. 74-79.

20. Березин, В. И. Опыт лесного стереодешифрования с применением специального программно-аппаратного обеспечения и ГИСТехнологий для целей выполнения работ по государственной инвентаризации 306 лесов в объектах с наличием труднодоступных территорий / В. И. Березин, Д. М. Черниховский // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013 : сб. материалов междунар. науч. конф. Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 4. С. 112-121.

21. Вуколова, И. А. Государственная инвентаризация лесов : учебное пособие. Пушкино: ГОУ ВИПКЛХ, 2008b. 53 с.

22. Глушенков, О.И. Первые результаты государственной инвентаризации лесов / О.И. Глушенков, Р.С. Корсинов, И.С. Глушенков // Лесн. хоз-во. 2010. № 6. С. 41-43.

23. Грек, В.С. Использование материалов государственной инвентаризации лесов для совершенствования таксационных нормативов / В.С. Грек, Ю.А. Волкова, Н.В. Романова // Философия современного природопользования в бассейне реки Амур: Материалы VII международной научно-практической конференции. Тихоокеанский государственный университет, 2018. С. 35-38.

24. Косицын, В.Н. Организация системы контроля при государственной инвентаризации лесов / В.Н. Косицын // Лесная таксация и лесоустройство. 2012b. № 2 (48). С. 60-64.

25. Косицын, В.Н. Оценка запасов недревесной продукции леса на основе данных государственной инвентаризации лесов. Лесная таксация и лесоустройство. 2015. № 1 (52). С. 54-56.

26. Слиш О.А. Застосування програмно-технологічного комплексу Field-Map для відведення і таксації лісосік у ДП «Конотопське лісове господарство» / О.А. Слиш, В.Ю. Яроцький // Проблеми сталого розвитку агросфери: матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф., присвяч. 195-річчю від дня заснування ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. С. 465.

27. Строчинський А.А. Моделі розмірно-якісної структури об'єму стовбурів основних лісоутворювальних порід. Лісотаксаційні нормативи / Строчинський А.А., Кашпор С.М., Поляков О.В. К. : НАУ. 2007. 14 с.

28. Черны М., Букша И. Field-Map (Полевая Карта) - передовая измерительная технология для лесного хозяйства, охраны природы и ландшафтоведения // М-лн міжнар. ювілейної наук. конф., присвяченої 75-річчю із дня заснування УкрНДІЛГА (30-31 березня 2005 р., м. Харків). Харків: УкрНДІЛГА. 2005. С. 84-85.

29. Букша И.Ф. Современные технологии инвентаризации и мониторинга лесов / Оборудование и инструмент для профессионалов. - Харьков: ЧФ "Центріінформ". 2004. №3(50). С. 8-9.

30. Букша И.Ф., Русс Р., Мешкова Т.С., Пастернак В.П., Черны М. Инвентаризация и картографирование зеленых насаждений с помощью полевой ГИС Field-Map // Ландшафт плюс. 2006. № 1. С. 48-51.

31. Застосування сучасних технологій для інвентаризації зелених насаджень об'єктів природно-заповідного фонду / П.Г. Хомюк, О.Г. Часковський, М.М. Король, Р.Р. Вицега / Науковий вісник НУБіП. Вип 171(1) К.: 2012. С. 241-247.

32. Про затвердження Порядку проведення національної інвентаризації лісів та внесення зміни у додаток до Положення про набори даних, які підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392-2021-%D0%BF#Text>

33. <https://nfi.org.ua/uk/>

34. Погуляй К.С. Качественные и количественные характеристики лесов Калужской области по материалам государственной инвентаризации лесов / К.С. Погуляй, В. В. Заварзин // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. 2014. № 1 (100). С. 52-57.

35. Разработка методических рекомендаций по выполнению государственной инвентаризации лесов (подсистема: Определение количественных и качественных характеристик лесов) в объектах с наличием

330 труднодоступных территорий на основе использования информационных свойств материалов аэрокосмических съемок сверхвысокого разрешения и выборочных натурных работ» (отчет промежуточный) : отчет о НИР / Березин В. И. СПб. : филиал ФГУП «Рослесинфорг» «Севзаплеспроект», 2012. 86 с.

36. Gillis, M.D. Monitoring Canada's forests: The National Forest Inventory / M.D. Gillis, A.Y. Omule, T. Brierley // *The Forestry Chronicle*. 2005. Vol. 81(2). P. 214-221.

37. Haapanen, R. Delineation of forest/nonforest land use classes using nearest neighbor methods / R. Haapanen, A.R. Ek, M.E. Bauer, A.O. Finley // *Remote Sensing of Environment*. 2004. Vol. 89. P. 265–271.

38. Kangas, A. Remote sensing and forest inventories in Nordic countries – roadmap for the future / A. Kangas, R. Astrup, J. Breidenbach, J. Fridman, T. Gobakken, K. Korhonen, M. Maltamo, M. Nilsson, T. Nord-Larsen, E. Næsset, H. Olsson // *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2018. 16 p. DOI: 10.1080/02827581.2017.1416666

39. Kauranne, T. LiDAR-assisted multi-source program (LAMP) for measuring above ground biomass and forest carbon / T. Kauranne T., A. Joshi, B. Gautam, U. Manandhar, S. Nepal, J. Peuhkurinen, J. Hämäläinen, V. Junttila, K. Gunia, P. Latva-Käyrä, A. Kolesnikov, K. Tegel, V. Leppänen // *Remote Sens*. 2017a. Vol. 9. Issue 2. 154 p. doi:10.3390/rs9020154

40. Maltamo M., Packalen P. Species-Specific Management Inventory in Finland In: Maltamo M., Næsset E., Vauhkonen J. (eds) *Forestry Applications of Airborne Laser Scanning. Managing Forest Ecosystems*. Springer, Dordrecht, 2014. Vol. 27. P. 241-252.

41. McInerney, D. Combining Landsat ETM+ with field data for Ireland's National Forest Inventory – a pilot study for co. Clare / D. Mc Inerney, A. Pekkarinen, M. Haakana / *Proceedings of ForestSat 2005 in Borås May 31 - June 3*. Håkan Olsson (ed.). 2005. P. 12-16.

42. McRoberts, R.E. Remote sensing support for national forest inventories / R.E. McRoberts, E.O. Tomppo // Remote Sensing of Environment. 2007. Vol. 110. P. 412–419.

43. Meng, Q. K nearest neighbor method for forest inventory using remote sensing data / Q. Meng, C.J. Cieszewski, M. Madden, B. Borders // GIScience & Remote Sensing. 2007. P. 149-165. <http://dx.doi.org/10.2747/1548-1603.44.2.149>

44. Næsset, E. Area-Based Inventory in Norway – From Innovation to an Operational Reality / E. Næsset; In: Maltamo M., Næsset E., Vauhkonen J. (eds) Forestry Applications of Airborne Laser Scanning. Managing Forest Ecosystems. Dordrecht: Springer, 2014. Vol. 27. P. 215-240.

45. Tomppo, E. National Forest Inventories. Pathways for Common Reporting / E. Tomppo, Th. Gschwantner, M. Lawrence, R.E. McRoberts (Eds.). Springer Science & Business Media, 2010. 612 p. DOI: 10.1007/978-90-481-3233-1

46. Nilsson, M. Improved forest statistics from the Swedish National Forest Inventory by combining field data and optical satellite data using post-stratification / M. Nilsson, S. Holm, H. Reese, J. Wallerman, J. Engberg / Proceedings of ForestSat 2005 in Borås May 31 - June 3. Håkan Olsson (ed.). 2005. P. 22-26.

47. Tuominen, S. Improving Finnish Multi-Source National Forest Inventory by 3D aerial imaging / S. Tuominen, T. Pitkänen, A. Balázs, A. Kangas // Silva Fennica. 2017. Vol. 51, no. 4. 21 p. <https://doi.org/10.14214/sf.7743>

48. [SMALLFOREST Карта лісів України – Лісовпорядник \(lisovporyadnyk.org.ua\) https://www.lisovporyadnyk.org.ua/smallforest /](https://www.lisovporyadnyk.org.ua/smallforest/)

49. 1. Терещенко С. О. Особливості фіксації центра інвентаризаційної ділянки при проведення національної інвентаризації лісів: матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми лісового господарства та екології: шляхи вирішення» (7-8 жовтня 2021 року, м. Житомир). Житомир: Поліський національний університет, 2021. С. 123-124.

50. 2. Терещенко С., Фещенко І. Обмір дерев на інвентаризаційних ділянках при проведенні національної інвентаризації лісів. Ліс, наука, молодь:

матеріали ІХ Всеукр. наук.-практ. конф. (24 листопада 2021 р.). – Житомир: Поліський національний університет, 2021. С. 221-222.

51. 3. Ненько Л., Терещенко С., Шило С. Алгоритм проведення польових вимірювань в лісових інвентаризаційних ділянках. Ліс, наука, молодь: матеріали ІХ Всеукр. наук.-практ. конф. (24 листопада 2021 р.). – Житомир: Поліський національний університет, 2021. С. 160-161.