



Автор статті

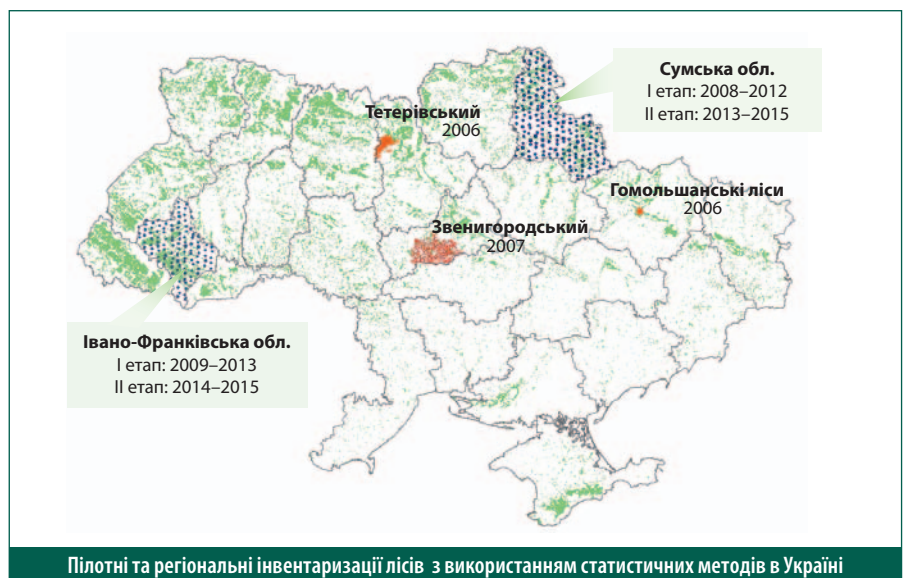
В.Сторожук,
провідний інженер-технолог СНТМРМСВО
«Укрдержліспроєкт»

Науково-практичні аспекти проектування національної інвентаризації лісів України

Проектування національної інвентаризації лісів є комплексним лісівничим і статистичним завданням. Сучасною основою для підготовки національної інвентаризації лісів служать наукові розробки та набутий практичний досвід ВО «Укрдержліспроєкт», УкрНДІЛГА, НЛТУ, НУБіПУ щодо дослідно-виробничих і регіональних інвентаризацій. У концептуальному розумінні національна інвентаризація є державною інформаційною системою. Уся діяльність з її підготовки та проведення полягає в організації інформаційних потоків даних про ліси країни. У статті надано коротку інформацію про основні проектні рішення, насамперед щодо розробки вибіркового дизайну та моделей обробки даних.

Проектування національної інвентаризації лісів є комплексним лісівничим та статистичним завданням.

Важливо, що сучасною основою для підготовки національної інвентаризації лісів, слугують наукові розробки та набутий практичний досвід проведення ВО «Укрдержліспроєкт», УкрНДІЛГА, НЛТУ, НУБіПУ дослідно-виробничих та регіональних інвентаризацій.



НІЛ ЯК ДЕРЖАВНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПРО ЛІСИ

Підсистема збору даних:

- ♦ вибірковий дизайн
- ♦ технологія збору даних (процедури та протоколи)
- ♦ система обладнання
- ♦ логістика
- ♦ персонал

Підсистема обробки даних:

- ♦ база даних
- ♦ алгоритми (методи і моделі) обробки даних
- ♦ програмне забезпечення
- ♦ форми звітності
- ♦ персонал

В концептуальному розумінні, національна інвентаризація є державною інформаційною системою. Вся діяльність з її підготовки та проведення є діяльністю з організації інформаційних потоків даних про ліси країни. В доповіді буде зроблено короткий виклад основних проектних рішень, насамперед, щодо розробки вибіркового дизайну та моделей обробки даних. Об'єктом НІЛ є вся територія країни, тобто мережа інвентаризаційних одиниць проектується на всій площі, щоб визначити лісистість, а обстежені підлягатимуть інвентаризаційні одиниці, що відносяться до лісових земель.

Як правило, для цілей лісових інвентаризацій та лісової статистики країни приймають параметричні визначення лісу.

Для української національної інвентаризації запропоноване визначення лісу, в якому параметри площі ділянки, проективного покриття крон, мінімальної ширини, та висоти дерев є аналогічними визначенню лісу, що прийняте державою Україна для звітності по Кіотському протоколу.

Визначення лісу НІЛ також відповідає Порядку ведення Державного земельного кадастру (а саме, визначенню підгрупи угідь «земельні лісові ділянки, вкриті лісовою рослинністю» Державного класифікатора видів земельних угідь).

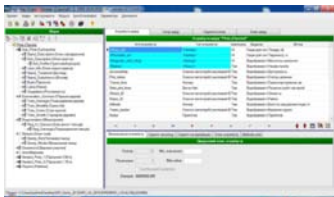
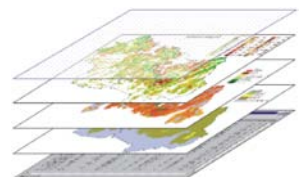

Система збору даних потребує вирішення низки принципів завдань щодо проектування територіальних робіт. Головними (з них) є визначення національного набору ключових показників, підготовка схеми вибіркового обстеження, та встановлення конфігурації інвентаризаційних ділянок.

Кількість та розмір інвентаризаційних ділянок залежать від показника мінливості середніх запасів насаджень, тому мають проектуватися сумісно. Результати стратифікації мережі ділянок з використанням матеріалів ДЗЗ, визначають обсяги проведення польових робіт. Разом, згадані фактори впливають на загальні витрати часу і коштів.

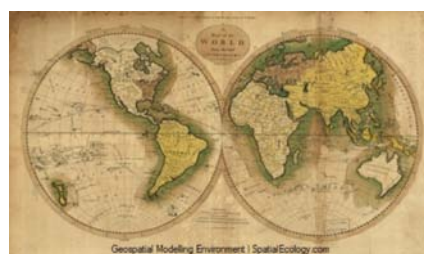
Визначення лісу НІЛ окремих країн та ФАО

Країна/Організація	Мінімальна площа, га	Покриття крон, %	Мінімальна ширина, м	Висота дерева, м
ФАО	0,5	10	20	5
Литва	0,1	30	10	5
Естонія	0,1	30		1,3
Латвія	0,1	20	20	7
Румунія	0,25			
Угорщина	0,5	50		
Словаччина	0,3	20	20	5
Чехія	0,04	20	10	
Швеція	0,25			
Україна	0,1	30	20	5

Проектування територіальних робіт

Завдання		Результат
Визначення набору показників, проектування бази даних		Національний набір ключових показників, структура бази даних
Розробка схеми вибіркового обстеження		Мережа інвентаризаційних ділянок
Стратифікація земельного покриття		Розподіл ділянок на лісові, нелісові, індикативні
Проектування вибіркової одиниці		Стандарт форми та розміру пробних ділянок

ПІДГОТОВКА СХЕМИ ВИБІРКОВОГО ОБСТЕЖЕННЯ



GME (Geospatial Modelling Environment) | SpatialEcology.com



ArcGIS 10

Прогресивним технологічним аспектом при проектуванні схеми вибіркового обстеження стала можливість розширеного використання геоінформаційних систем. Робота з модулями в спеціальному середовищі геопросторового моделювання дозволила сформувати різні варіанти мережі інвентаризаційних ділянок для території всієї країни.

В обраному варіанті схеми вибіркового обстеження НІЛ пропонується єдиний розмір мережі для всієї України приблизно 5x5 км. Схема передбачає можливість проведення щорічних обмірів 1/5 всіх інвентаризаційних ділянок, віднесених до певного року обстеження.

Відстань між ділянками в інвентаризаційному тракті підібрана, щоб ділянки від-

носилися до різних насаджень (таксаційних виділів). Мережа НІЛ спроектована для оцінки загальних запасів насаджень країни з похибкою до 1% (згідно Інструкції з проведення НІЛ до 3%). Вибір мережі проведений після кількох послідовних ітерацій, з побудови та тестування мереж 2.7x2.7, 4.05x4.05, 4.95x4.95, 7.2x7.2 км. Для обраної мережі 4.95x4.95 кількість ділянок менша в 3,5 рази порівняно з мережею 2.7x2.7 км, а розрахункова похибка оцінки загальних запасів залишається в межах 1%. При цьому досвід регіональних інвентаризацій засвідчив, що одна інвентаризаційна група може обстежити всі визначені для певного року ділянки на території окремої області протягом одного польового сезону. Ця практична складова стала важливою перевагою для вибору цього дизайну.

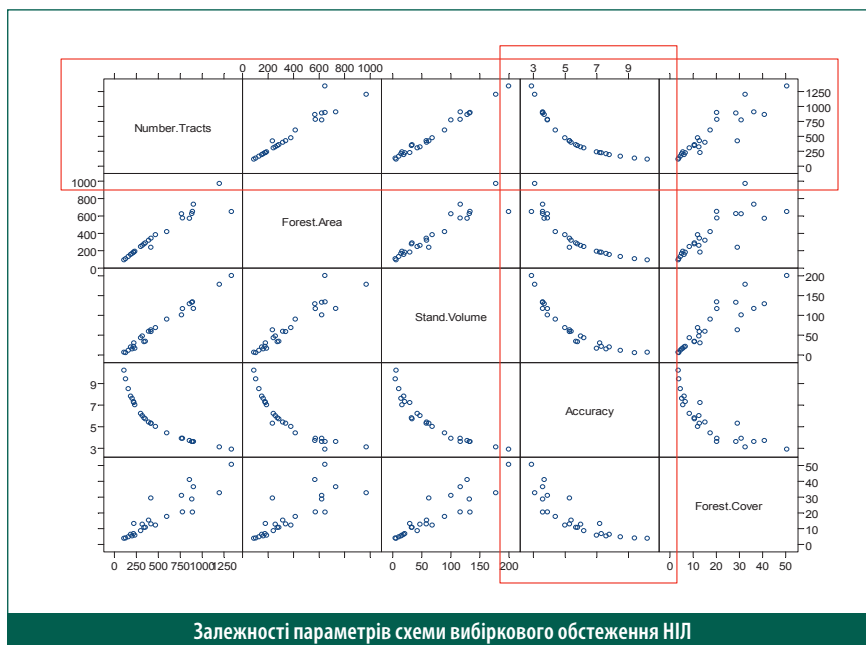
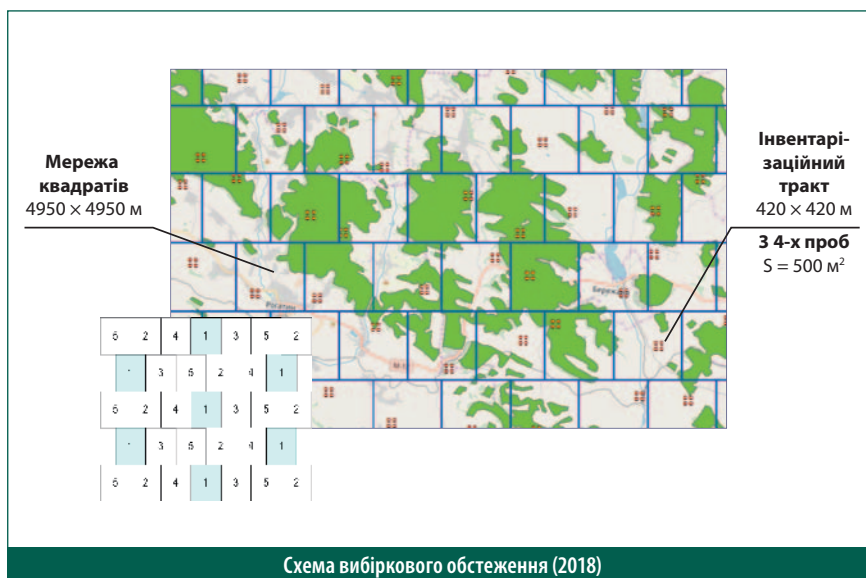
Змістовність запропонованої схеми вибіркового обстеження також була оцінена шляхом дослідження зв'язків між різними показниками.

Для лісових областей (більша площа лісів, вищий запас) проектується більша кількість інвентаризаційних одиниць.

Похибка оцінки обернено пропорційна кількості інвентаризаційних одиниць (зменшується при збільшенні кількості ділянок), відповідно обернено пропорційна до значень загальних запасів насаджень по областях.

Результати проектування схеми вибіркового обстеження НІЛ України

- ♦ Рівномірна первинна мережа для всієї України
- ♦ Можливість побудови вторинних згущених мереж для областей та природних зон
- ♦ Можливість застосування оцінок простої випадкової вибірки
- ♦ Можливість застосування оцінок двостадійної кластерної вибірки з одиницями однакового розміру



Планові розрахунки для вибірових мереж різного розміру

ОБЛАСТЬ	МИК	ЗАП	ХЕР	ДНІ	ОДЕ	КІР	ДОН	КРИ	ЛУГ	ПОЛ	ХАР	ХМЕ
Мережа 2,70 × 2,70 км												
Лісових проб	324	421	666	705	1 008	758	852	1 949	1 524	1 394	2 032	1 659
Планова к-сть груп			1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Мережа 4,05 × 4,05 км												
Лісових проб	148	184	252	363	350	316	389	785	585	621	955	677
Планова к-сть груп			1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Мережа 4,95 × 4,95 км												
Лісових проб	93	156	204	203	274	212	304	559	458	427	641	474
К-сть трактів*	59	84	79	111	146	103	138	202	215	199	251	205
Вибірка 20% в рік	12	17	16	22	29	21	28	40	43	40	50	41
Потреба груп	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
Планова к-сть груп			1	1	1			1	1		1	
Похибка оцінки загальних запасів, %												
2,70 × 2,70	6	5	4	4	3	4	4	2	3	3	2	3
4,05 × 4,05	9	8	7	6	5	6	6	4	4	4	4	4
4,95 × 4,95	11	9	8	8	7	7	6	5	5	5	4	5

Зі статистичної точки зору запроєктована схема вибіркового обстеження НІЛ дозволяє:

- ♦ сформувати рівномірну первинну мережу з можливістю побудови вторинних мереж для областей та природних зон;
- ♦ а також, застосовувати статистичні оцінки показників для різних типів вибірки.

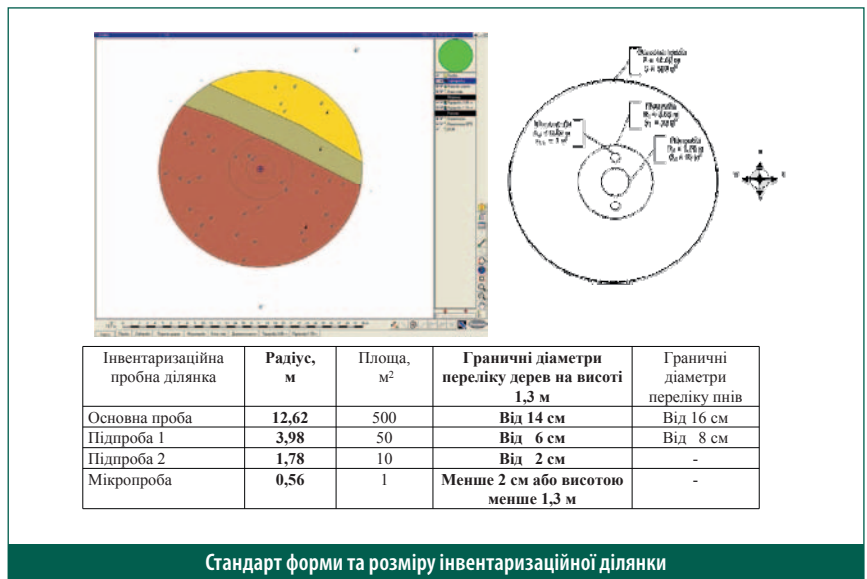
В організаційному плані пропонується обмір всіх лісових ділянок виконати протягом п'яти років в загальному шестирічному циклі НІЛ.

Організація робіт НІЛ:

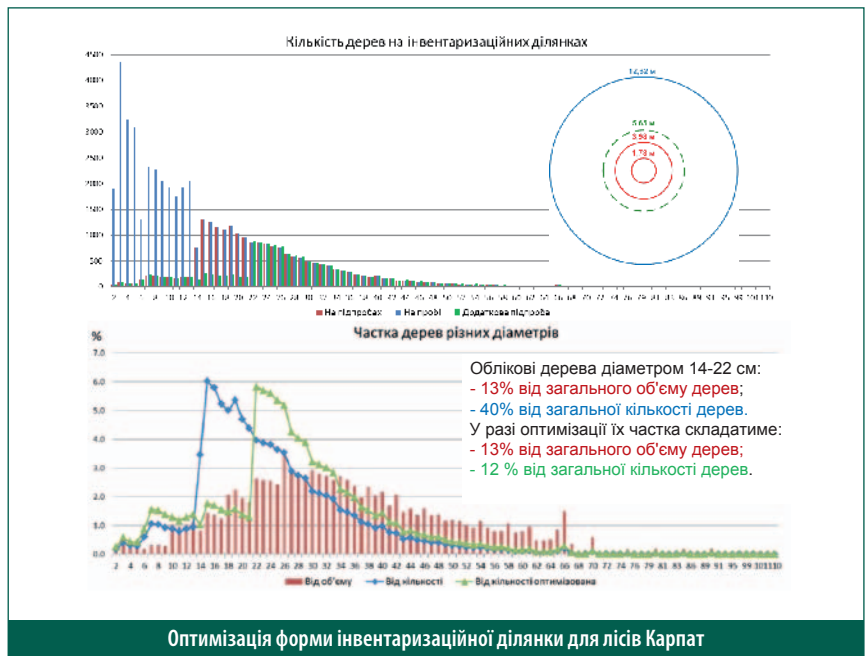
- ♦ 6-ти річний цикл робіт = 5 років для збору даних + 1 рік для підготовки звітів
- ♦ Загальне проектне число інвентаризаційних лісових ділянок ~16,7 тисяч
- ♦ Інвентаризація лісів адміністративних областей Карпат, Полісся та Лісостепу – щорічне обстеження понад 2.8 тис. лісових ділянок (вибірка 20%)
- ♦ Інвентаризація лісів Степових областей – обстеження в один рік до 2,5 тис. лісових ділянок (вибірка 100%)
- ♦ Для виконання цих робіт пропонується щорічно створювати 12 інвентаризаційних груп + 1 контрольна група, та в рік інвентаризації південних областей – 16 інвентаризаційних груп + 2 контрольні.
- ♦ В середньому за польових сезон одна інвентаризаційна група повинна буде закласти в середньому 240 інвентаризаційних ділянок.

З огляду на неоднорідність природних умов та розміщення лісів на території, запропоновано поєднати різні підходи до виконання робіт з НІЛЄ:

- ♦ Проводити щорічне обстеження лісів адміністративних областей Карпат, Полісся та Лісостепу;
- ♦ Періодично раз на п'ять років обстежувати ліси Степових областей.



Стандарт форми та розміру інвентаризаційної ділянки



Оптимізація форми інвентаризаційної ділянки для лісів Карпат

	ВІН	ТЕР	ЧЕР	Льв	СУМ	ЧНГ	КИЇ	ВОЛ	ЖИТ	РІВ	І-Ф	ЗАК	ЧНВ	УКР
Мережа 2,70 × 2,70 км														
	2 005	1 097	1 879	3 963	2 600	4 068	3 896	3 950	5 954	4 629	3 448	4 396	1 500	56 677
	2	1	2	3	2	3	3	4	4	3	2	3	1	44
Мережа 4,05 × 4,05 км														
	763	405	864	1 634	1 062	1 640	1 689	1 597	2 475	1 833	1 563	1 815	583	23 548
	2	1	2	3	2	3	3	4	4	3	2	3	1	44
Мережа 4,95 × 4,95 км														
	595	339	584	1 142	778	1 229	1 177	1 146	1 675	1 328	1 013	1 257	412	16 680
	273	145	240	416	340	472	426	410	566	430	332	384	148	6 374
	55	29	48	83	68	94	85	82	113	86	66	77	30	1 275
	0,5	0,3	0,5	0,8	0,7	0,9	0,9	0,8	1,1	0,9	0,7	0,8	0,3	13
	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		17
Похибка оцінки загальних запасів, %														
	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	1
	4	5	4	3	3	3	3	3	2	2	3	2	4	1
	4	6	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	5	1

* Умовна норма виробітку на бригаду - 1 тракт в день, - орієнтовно 100 трактів за польовий сезон

Загальне проекте число лісових інвентаризаційних ділянок складає близько 16,7 тисяч.

Дизайн форми та розміру інвентаризаційної ділянки подібний до багатьох національних інвентаризацій. Завдяки системі кругових підпроб проводиться облік дерев всіх діаметрів. Важливим елементом конфігурації ділянок є поділ їх на сегменти, що відносяться до різних таксаційних виділів. Подібне рішення вимагає використання польових ГІС для картографування меж, тому не є загальноприйнятим для НІЛ.

Проте, це рішення є критичним для обробки даних та підготовки результатів НІЛ України.

Поділяючи ділянки на сегменти, ми отримали можливість представляти оцінки для сукупностей насаджень, і врешті порівнювати результати національної інвентаризації з результатами державного обліку лісів.

Більшість національних інвентаризацій зазвичай оперують сумарними значеннями об'ємів дерев певних порід, але не сумарними запасами насаджень. Зрозуміло, що це суттєво різні за походженням показники.

Дані, зібрані при проведенні регіональних інвентаризацій, дозволяють оптимізувати форму інвентаризаційних ділянок.

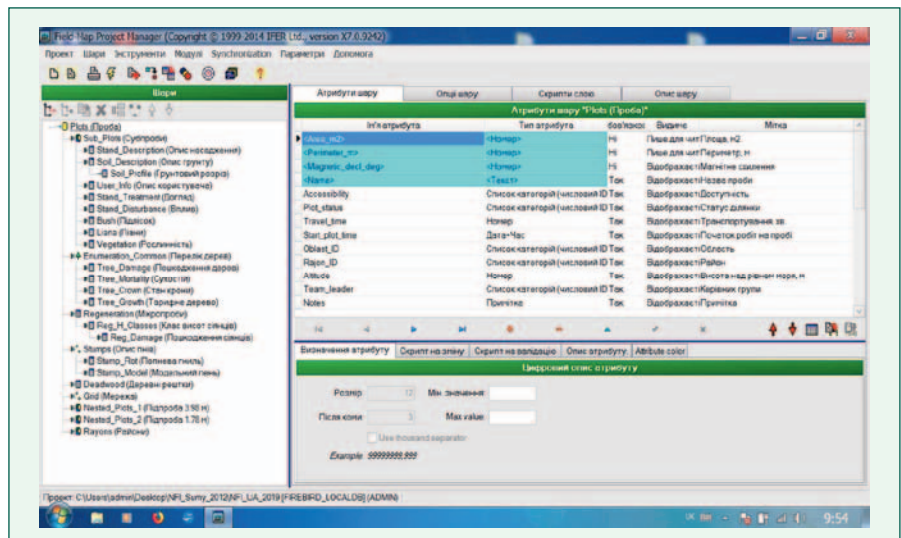
Всього на 1106 лісових ділянках в Івано-Франківській області, були обміряні діаметри у 22 тис. дерев, що позначені на верхній діаграмі червоним кольором. При приведенні їх кількості до розміру всієї інвентаризаційної ділянки, отримаємо ряд синього кольору, — при суцільному переліку обміру підлягали б 48 тис. дерев.

Дерева розміром 14–22 см становлять 40% від загальної кількості всіх обміряних дерев, при цьому складають лише 13% від загального об'єму дерев (розподіл на нижній діаграмі).

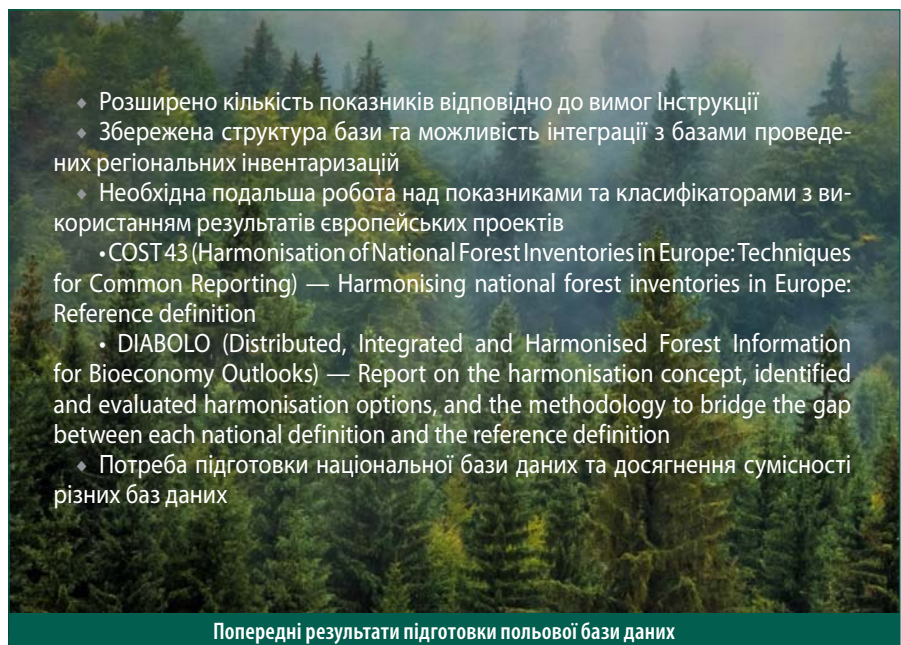
Як один із можливих шляхів оптимізації пропонується обмежити обмірювання дерев діаметрів 14–22 см підпробою розміром 5.65 м (100 м²). При цьому їх частка в загальній кількості зменшилась би до 12% (приблизно відповідає їх частці у загальному об'ємі, зелені графіки на обох діаграмах).

Іншими словами, знаючи дійсний розподіл за діаметрами лісів Карпат до початку регіональних інвентаризацій, замість 22 тисяч дерев польовими групами було б обміряні 15 тисяч. При цьому, розраховані значення загального об'єму дерев та запасів насаджень дорівнювали визначеним за більшої кількості обмірів.

На основі передбаченого Інструкцією з проведення НІЛ набору ключових показників, які належить описувати на інвентаризаційних ділянках, сформовано проект польової бази даних засобами програмного комплексу Field-Map.



Структура польової бази даних (проект Field-Map)



Попередні результати підготовки польової бази даних

При проведенні регіональних інвентаризацій ми працювали із цим комплексом, який вважаємо функціонально гнучким та адаптованим для потреб інвентаризації.

На жаль, ми не маємо змоги приймати участь в європейських проектах з розвитку національних інвентаризацій лісів. Тому очікуємо на результати проекту DIABOLO, що мають бути опубліковані наступного року, з тим щоб продовжити роботу над переліком показників та їх класифікаторів.

Запровадження НІЛ також потребує розробки національної бази даних та відповідних механізмів контролю отримання та передавання даних, як складових системи контролю якості робіт.

Для визначення об'ємів стовбурів дерев при національній інвентаризації лісів пропонується розширене використання чинних

сортиментних таблиць, які застосовують при матеріальній оцінці лісосік.

Моделі, які використані для визначення висот та об'ємів дерев при регіональних інвентаризаціях, розроблені колишніми співробітниками Центру національної інвентаризації лісів, та викладені в тезах, наданих до конференції.

Ідея полягає в застосуванні формульних багаторозрядних шкал, для яких значення умовних розрядів визначаються на основі тих самих регресійних моделей залежності висоти від діаметру, які використані для формування основних розрядів чинних сортиментних таблиць.

На нашу думку, як при національній інвентаризації так і при масовій таксації лісосік, застосування формульних багаторозрядних шкал як лісотаксаційних нормативів,

дозволить підвищити точність визначення запасів насаджень.

Оцінка значень приросту насаджень стала головним результатом проведених регіональних інвентаризацій. Ці оцінки є «консервативними», оскільки зміна об'єму була розрахована лише для живих дерев, які були повторно обміряні.

Приріст об'єму стовбурів дерев, що досягли порогового діаметру, або дерев, що були вирубані, повалені чи всохли в міжобліковий період, не враховувався.

Попри це, регіональними інвентаризаціями отримані високі значення оцінок поточного приросту та відпаду дерев у насадженнях, які суттєво змінюють уявлення про хід природного росту та характер використання лісових ресурсів в обстежених областях.

Звичайно, слід приймати до уваги, що коефіцієнти варіації для результатів, отриманих за даними переобміру 385 в Івано-Франківській та 662 інвентаризаційних ділянок в Сумській областях, є досить високими.

Однак, якби ми просто продовжували роботи, що були зупинені в 2016 році, то вже мали б дані за два повних цикли інвентаризації по двох адміністративних областях, і навіть певні оцінки поточного приросту за десятирічний період для третього циклу інвентаризації по Сумській області.

Наразі, процес підготовки національної інвентаризації лісів триває згідно плану дій, затвердженого наказом Держлісагентства. Пройдені нами етапи проектування дозволяють уявити якою може бути національна інвентаризація лісів України. Проте, оцінюючи сучасний стан готовності інформаційної системи НІЛ України, очевидно, що в технологічному, методичному, і насамперед, організаційному компонентах залишається чимало завдань, що потребують вирішення.

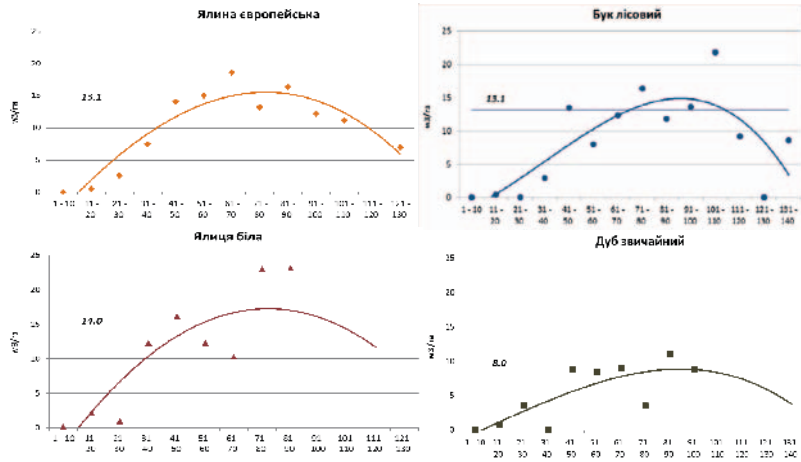
Інша системна складова, це науковий супровід національної інвентаризації лісів, зокрема удосконалення методів і моделей обробки даних. Наразі, кафедра лісової таксації та лісового менеджменту НУБіПу виконує науково-дослідну роботу з розробки науково-методичного забезпечення розвитку інвентаризації лісових ресурсів. У разі запровадження НІЛ, виникає потреба у продовженні та суттєвому розширенні тематики НДР.

Проведення НІЛ стає об'єктивною реальністю і гостро потребує подальшої наукової підтримки. З іншого боку, із спілкування із учасниками сьогоднішньої конференції, все більше очевидно, що наші наукові колективи, наукові школи потребують даних національної інвентаризації, що дає широке поле для використання методів математичної статистики у лісовій таксації. Піонером в чому був наш видатний вчений К. Є. Нікітін.

Початкова інвентаризація (момент часу t)	Повторна інвентаризація (момент часу $t+1$)	Символ	Опис (англ.)
Живе дерево	Живе дерево	S	Same
Живе дерево	Зрубане	C	Cutting
Живе дерево	Сухостій	M	Mortality
	Нове живе дерево, що досягло порогового діаметру проведення вимірів	I	Inclusive
	Нове живе дерево, що включене через переведення проби з нелісових до лісових	R	Reforestation
Живе дерево	Дерево, що виключене через переведення проби з лісових до нелісових	D	Deforestation

Показники	Загальні формули	Прийняті для оцінки
Загальний пороговий ріст	$G = I + R$	Не оцінюється. Приймається $G = 0$
Приростання (акреція)	$Z_A = Z_S + Z_I + Z_R + Z_M$	$Z_A = Z_S$
Загальний приріст	$Z_T = G + Z_A$	$Z_T = Z_A$
Відпад	M	M
Видалення	$W = C + D$	Приймається $W = C$
Чистий приріст	$Z_N = Z_T - M$	$Z_N = Z_T - M$
Чиста зміна запасу	$Z_C = Z_N - W$	$Z_C = Z_N - W$

«Консервативні» оцінки значень приросту



Поточний приріст насаджень основних лісоутворювальних порід Івано-Франківської області

ПІДСИСТЕМА ЗБОРУ ДАНИХ:

- ♦ вибірковий дизайн
- ♦ (перелік показників, схема обстеження, стандарт форми ділянки)
- ♦ технологія збору даних (Методика польових робіт, польова база даних)
- ♦ система обладнання (Field-Map)
- ♦ логістика (Норми виробітку)
- ♦ персонал

ПІДСИСТЕМА ОБРОБКИ ДАНИХ:

- ♦ база даних (національна, web)
- ♦ алгоритми (методи і моделі) обробки даних (Методика обробки даних)
- ♦ програмне забезпечення (SQL server, Field-Map, R language)
- ♦ форми звітності (Інструкція)
- ♦ персонал

Поточний стан формування інформаційної системи НІЛ