

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

КОЗАК Олена Олегівна

УДК 630*5

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
**ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ СУМИ ПЛОЩ ПОПЕРЕЧНИХ ПЕРЕТИНІВ
ПРИ ПРОВЕДЕННІ РЕЛАСКОПІЧНОЇ ТАКСАЦІЇ**
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

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

Керівник роботи
Сірук Ю.В.
(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 _____

№ 4 від «23» 11 2022 р.

Завідувач кафедри лісівництва, лісових культур та таксації лісу

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

«23» 11 2022 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

Козак О.О. Точність визначення суми площ поперечних перетинів при проведенні реласкопічної таксації. - Кваліфікаційна робота на правах рукопису

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 205 – лісове господарство. – Поліський національний університет, Житомир, 2022.

Виходячи з того, що в Україні відсутні засоби для реласкопічної таксації, які б давали змогу проводити заміри з використанням 5-х передбачених у нормативах значень ВАФ, було розроблено власну модель реласкопічного шаблону та проведено його апробацію. Науковою метою в даній роботі є дослідження точності визначення сум площ поперечних перетинів насаджень при використанні реласкопічних коефіцієнтів різної величини у залежності від середнього діаметру та повноти деревостанів.

Ключові слова: реласкопічна таксація, кругові пробні площі, реласкопічний шаблон, середній діаметр, повнота насадження.

ANNOTATION

Kozak O.O. The accuracy of determining the sum of cross-sectional areas during relascope taxation - Manuscript qualification work

Qualification work for the master's degree in specialty 205 - forestry. - Zhytomyr Polissya National University, Zhytomyr, 2022.

Based on the fact that there are no tools for relascope measurement in Ukraine, which would make it possible to carry out measurements using the 5 BAF values provided in the regulations, an own model of the relascope template was developed and its approval was carried out. The scientific goal of this paper is to study the accuracy of determining the sums of the cross-sectional areas of plantations when using relascope coefficients of different sizes depending on the average diameter and completeness of stands.

Keywords: angle-count sampling, fixed-area plots, factor gauge, mean diameter, stocking.

ЗМІСТ

Вступ	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РЕЛАСКОПІЧНОЇ ТАКСАЦІЇ	8
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	13
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ АНАЛІЗ	20
Висновки	29
Список літератури	31

ВСТУП

Актуальність теми дослідження

Сума площ поперечних перетинів деревостану є одним із найважливіших первинних таксаційних показників, який може визначається безпосередньо в польових умовах. Визначається даний показник, як правило, двома шляхами – суцільним переліком дерев на пробних площах різної конфігурації із замірами діаметрів дерев і подальшим розрахунком та на реласкопічних пробних площах із використанням різних засобів (реласкопів, шаблонів, призм). Суцільний перелік дозволяє отримати найвищу точність визначення суми площ поперечних перетинів дерев, проте є набагато більш трудозатратнішим. Значно менше часу і сил потрібно при встановленні даного таксаційного показника засобами реласкопічної таксації, що при задовільній точності, яка досягається відповідною кількістю замірів на ділянці, здатна виступати альтернативним методом як при виробничих, так і наукових цілях. Перешкодою для використання реласкопічних методів є зазвичай низька проглядуваність під наметом насаджень, яка спричинена наявністю підліску та крупного підросту, а також пересічний рельєф [41].

При проведенні реласкопічної таксації в лісах України найбільш поширеним є використанням кутових шаблонів із величиною реласкопічного коефіцієнта (BAF) 1. В Україні рекомендована величина даного коефіцієнта згідно нормативів залежить від орієнтовної повноти та середнього діаметру деревостану і може становити 0,5, 1, 2, 3 і 4. Виходячи з того, що в Україні відсутні засоби для реласкопічної таксації, які б давали змогу проводити заміри з використанням 5-х передбачених у нормативах значень BAF, було розроблено власну модель реласкопічного шаблону та проведено його апробацію. Науковою метою в даній роботі є дослідження точності визначення сум площ поперечних перетинів насаджень при використанні реласкопічних коефіцієнтів різної величини у залежності від середнього діаметру та повноти деревостанів [41].

Мета та завдання роботи.

З метою підтвердження чи спростування рекомендаційних даних по доцільності використання величини реласкопічного коефіцієнта у деревостанах різної повноти та діаметру, а також даних щодо ймовірного систематичного

заниження СППП при ВАФ 1 були проведені відповідні дослідження. Програма досліджень передбачала виконання наступних завдань:

1. Розробити та апробувати реласкопічний шаблон для можливості проведення замірів з використанням 5-ти величин ВАФ – 0,5, 1, 2, 3, 4.

2. Провести заміри СППП на кругових і реласкопічних пробних площах із використанням коефіцієнтів 0,5, 1, 2, 3, 4.

Здійснити аналіз точності визначення СППП на реласкопічних ділянках у залежності від середнього діаметру, повноти, складу і рівномірності розміщення дерев.

Об’єкт досліджень: реласкопічна таксація у насадженнях різного складу.

Предмет досліджень: точність визначення суми площ поперечних перетинів при проведенні реласкопічної таксації із використанням реласкопічних коефіцієнтів різної величини.

Методи досліджень: було використані методи лісівничо-таксаційні для здійснення аналізу за лісотаксаційними параметрами насаджень, лісотипологічні для дослідження типологічної структури лісів та відповідності складу насаджень корінним деревостанам, аналітично-статистичний для математично-статистичного опрацювання даних та належної інтерпретації результатів, польовий для належного виконання польового етапу досліджень.

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

1. Siruk, Yu., Siruk, I., & Rubanova, O. (2021). Influence of the value of relas copic coefficients on the accuracy of determining the stand basal area. *Scientific Horizons*, 24(12), 9-16.

2. Рубанова О.О. Використання кутового шаблону «Краб» при реласкопічній таксації лісу. «Студентські наукові читання - 2021: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (25 січня 2021 р.)». Житомир: Поліський національний університет, 2022. С. 16.

3. Сірук Ю. В, Рубанова О. О. Точність визначення суми площ поперечних перетинів при проведенні реласкопічної таксації із використанням коефіцієнтів різної величини. Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні

проблеми лісового господарства та екології: шляхи вирішення» (Факультету лісового господарства та екології – 20 років) (7-8 жовтня 2021 року). Житомир, 2021. С. 161.-162.

Практичне значення одержаних результатів. Було спеціально розроблено модель реласкопічного шаблону «Краб», яка досить добре зарекомендувала себе при проведенні польових замірів.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.

Сумарний обсяг роботи складає 35 сторінок, у тому числі основної частини 28 сторінок. У роботі також міститься 8 таблиць, 2 рисунки, 7 фотознімків. Літературний огляд налічує 43 джерела.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РЕЛАСКОПІЧНОЇ ТАКСАЦІЇ

Реласкопічна таксація займає надзвичайно важливе місце у системі вибіркової таксації лісу. Цей метод на думку багатьох вчених є одним із найбільших здобутків лісової таксації. Головним фундатором даного вибіркового методу є австрійський науковець Вальтер Біттерліх, котрому і належить ідея і винахід основних приладів, які ще й досі ефективно використовуються в багатьох країнах світу, в тому числі й в Україні – повнотомір і реласкоп. Основним завданням при проведенні реласкопічної таксації першочергово було визначення сум площ поперечних перерізів дерев на одиниці площі із застосуванням кутомірних інструментів. Проте згодом, на початку II половини ХХ століття було доведено можливість застосування методу реласкопічних проб для визначення інших таксаційних показників деревостану [1]. Одночасно з цим були описані основні принципи формування вибірки залежно від біометричних показників дерев. Це врешті зумовило встановлення так званих реласкопічних коефіцієнтів (BAF), котрі залежали безпосередньо від діаметру облікових дерев. Власне за результатами даних досліджень в Україні як і в багатьох країнах, були сформовані відповідні нормативи, в яких зазначалися величини реласкопічних коефіцієнтів у залежності не тільки від середнього діаметру, а й від повноти деревостану [2, 3].

На разі у світовій практиці вибіркової таксації використовується величезна кількість засобів для визначення сум площ поперечних перетинів на реласкопічних пробних площах – від саморобних найпростіших кутових шаблонів різної форми і розмірів до сучасних електронних приладів. Найбільшу популярність серед практиків отримали все ж таки реласкопічні шаблони з можливістю проводити заміри у декількох кутових варіантах (BAF). Здебільшого кутові шаблони виконані у вигляді пластини з пластику чи металу, на яких знаходяться прицільні щілини з відповідними величинами

ВАФ, які передбачають облік як в квадратних метрах на 1 га, так і в квадратних футах (square foot) [4]. Зазвичай мінімальний розмір прицільної щілини передбачає облік дерева, яке повністю перекриває отвір, становить 0,5 м² або 5 фут², максимальний - 4 м² або 40 фут². Фіксація прицілу шаблону здійснюється як ланцюжком чи мотузкою, так і штативом на відстані здебільшого від 50 до 100 см. Коротша відстань від ока обліковця до прицілу зумовлює гіршу видимість при фокусуванні, це в свою чергу спричиняє розмите зображення дерев у прицілі та швидку втому очей [5]. Є досить багато варіантів шаблонів, які передбачають облік лише за ВАФ 1, проте мають два розміри [6] прицільних щілин, які розраховані на використання і коротшого ланцюжка (65 см), і палиці-тримача (100 см). В якості палиці-тримача можуть бути використані як спеціальні дерев'яні, пластикові чи металеві стрижні, так і зрізаний безпосередньо в лісі шматок рівної гілки (фото 1) з чітко підігнаною довжиною відповідно до розмірів кутового шаблону [7].



Фото 1. Використання гілки для фіксації відстані до діютра [7]

Також у ролі тримача може слугувати телескопічна палиця, яка безпосередньо перед використанням розтягується на потрібну довжину і фіксується. Перевагою палиць-тримачів є надійна і точна фіксація відстані візування реласкопа, менша втома для рук за рахунок жорсткості кріплення, недоліком – габарити. Досить розповсюдженим способом фіксації довжини прицільної пластини є використання бісерних ланцюжків чи мотузки, які забезпечують максимальну зручність при зберіганні і транспортуванні засобу

вимірювання. На відміну від мотузки, ланцюжки здебільшого не потребують регулярного калібрування довжини, оскільки не так піддаються розтягуванню. Способів фіксації ланцюжків є декілька, головною вимогою є максимальне його розтягнення для забезпечення потрібної довжини. Як правило, вільний кінець ланцюжка закінчується кільцем, яке обліковець притискує до щоби, натяг забезпечується натиском на центр прицільної пластини [8]. Одним із найбільш поширених засобів для реласкопічної таксації серед професіоналів є реласкопічний шаблон Naglöf (фото 2), дає можливість проводити заміри з використанням 4-х величин ВАФ.



Фото 2. Реласкопічний шаблон Naglöf [8]

Є шаблони із варіантом фіксації ланцюжка через гумовий тримач у зубах обліковця. Перевагою такого способу є менша втома рук, а також можливість використання вільної руки для ведення рахунку на лічильнику. Проте протягом останнього часу досить часто використовують моделі повнотомірів із вбудованим електронним лічильником, який полегшує облік дерев [4]. Однією з найбільш сучасних моделей є електронний повнотомір Masser RC2 [9], в якому можливо поєднувати заміри із одночасним обліком даних за допомогою лічильника, крім цього передбачена можливість збереження і перенесення даних на ПК для подальшого їх обробітку.

Крім реласкопічних шаблонів, які широко використовуються при лісотаксаційних роботах у країнах Європи, досить широкого застосування набули в нас і клиновидні призми (фото 3), в тому числі так звана призма Анучина [10], яку запровадив у лісотаксаційну практику М.П. Анучин.



Фото 3. Сучасне виконання клиновидної призми [10]

Перевагою клиновидних призм є відсутність фіксованої відстані від очей обліковця до приладу, що виключає необхідність проведення калібрування. Методика підрахунку дерев при використанні призм дещо відрізняється, також виключена можливість проводити замір за різними коефіцієнтами ВАФ. Щодо більш універсальних засобів для проведення реласкопічної таксації, наприклад дзеркального реласкопа В. Бігерліха [11] або його електронного аналога – дендрометра Criterion RD 1000 [12], то їх застосування на практиці в Україні обмежене досить високою вартістю. Дзеркальний реласкоп В. Бігерліха є досить складним пристроєм, котрий крім суми площ поперечних перетинів дає змогу визначати діаметри, висоти, видові числа, короткі відстані на місцевості та кути. Методика визначення суми площ поперечних перетинів реласкопом має свої відмінності у порівнянні з більш простими кутовими шаблонами та призмами, що пов'язано з використанням складних шкал, які складаються зі смуг множинників у діоптрі приладу. Дендрометр Criterion RD 1000 на даний момент є найбільш сучасним приладом, який також крім суми площ поперечних перетинів визначає діаметр, висоту, ухили. Великою перевагою даного приладу є можливість використання різних коефіцієнтів ВАФ.

Як вже зазначалося, суттєво ускладнює проведення реласкопічної таксації наявність ярусу підліску та підросту. Проте дану проблему може частково вирішити використання ультразвукового далекоміру-висотоміру Haglöf Vertex, який в комплекті зі спеціальним радіовідбивачем допомагає

визначити приналежність віддалених від центру проби дерев до реласкопічної вибірки.

Висновки до розділу. В Україні, на відміну від багатьох країн світу, застосування реласкопічної таксації є досить обмеженим, незважаючи на наявність вагомих переваг даного вибіркового методу та велику популярність серед широкого кола науковців і практиків. Основними засобами, які використовуються в нашій країні для вимірювань на реласкопічних пробних площах – це реласкопічні шаблони або ж клиновидні призми переважно закордонного виробництва. У зв'язку з високою вартістю реласкопічних шаблонів закордонного виробництва та відсутністю на ринку моделей, які б давали змогу проводити заміри з використанням усіх нормативно передбачених величин реласкопічного коефіцієнта ($BAF = 0,5, 1, 2, 3, 4$), було вирішено розробити власний зразок повнотоміра.

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Преамбула. Реласкопічна таксація, як і будь-який вибірковий метод, дає певну похибку результатів вимірювання суми площ поперечних перетинів (СППП). Деякими науковцями було досліджено, що при використанні реласкопічного коефіцієнта (ВAF) 1, який найчастіше використовується на практиці в нашій країні, відмічене систематичне заниження СППП [13]. Закордоном досить часто практикують використовувати більші величини ВAF, зокрема в скандинавських країнах проводять заміри із величиною реласкопічного коефіцієнта від 1,5 до 4 [15]. Пояснюється це тим, що при замірах у насадженнях із високою повнотою використання більшого реласкопічного коефіцієнта дозволяє уникати випадків перекривання дерев, котрі розташовані далі до центру реласкопічної пробної площі (РПП), а також зменшити ймовірність потрапляння до вибірки сумнівних дерев [16, 17]. Нормативні довідники в Україні рекомендують застосовувати величину ВAF залежно від середнього діаметру та повноти деревостану [3]. У лісотаксаційному довіднику, так як і нормативах, які були розроблені ще при СРСР [2], зазначається, що використання більших величин реласкопічного коефіцієнта для забезпечення необхідної точності зумовлює кратне збільшення (для ВAF 0,5 зменшення) кількості замірів порівняно з ВAF 1. Проте в «Загальносоюзних нормативах» [2] зазначено, що у зв'язку з низькою залежністю ефективності реласкопічної таксації від величини реласкопічного коефіцієнта, доцільним є застосовувати кутоміри із більшими значеннями ВAF.

Мета і завдання. З метою підтвердження чи спростування рекомендаційних даних по доцільності використання величини реласкопічного коефіцієнта у деревостанах різної повноти та діаметру, а також даних щодо ймовірного систематичного заниження СППП при ВAF 1 були проведені відповідні дослідження. Програма досліджень передбачала виконання наступних завдань:

3. Розробити та апробувати реласкопічний шаблон для можливості проведення замірів з використанням 5-ти величин ВАФ – 0,5, 1, 2, 3, 4.
4. Провести заміри СППП на кругових і реласкопічних пробних площах із використанням коефіцієнтів 0,5, 1, 2, 3, 4.
5. Здійснити аналіз точності визначення СППП на реласкопічних ділянках у залежності від середнього діаметру, повноти, складу і рівномірності розміщення дерев.

Модель реласкопічного шаблону.

Головними критеріями при розроблені моделі реласкопічного шаблону були універсальність вимірювань, зручність користування і довговічність. Для можливості використання передбачених в нормативних рекомендаціях 5-ти величин ВАФ – 0,5, 1, 2, 3, 4 було вирішено розрахувати відповідно ширину діоптрів. Для зручності користування реласкопічним шаблоном було передбачено два варіанти фіксування засобу для забезпечення необхідної розрахункової відстані діоптра від ока спостерігача (50 см).

Варіант №1. Відстань від прицільної планки до ока обліковця регулюється стержнем подібно до варіантів, які досить часто використовують на практиці [7]. Проте використовується довжина стержня 495 мм, оскільки вона забезпечує достатню для обліку видимість дерев, а також зручність прицілювання, оскільки збільшується втома і «тремтіння» прицільної планки. В нашому випадку для зручного і надійного кріплення до «прицілу» був використаний бамбуковий стержень та дві присоски (фото 4).

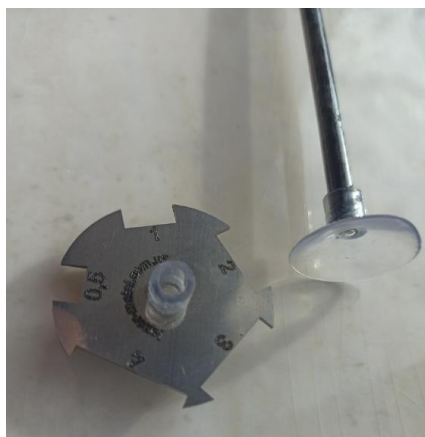


Фото. 4. Варіант №1 фіксації реласкопічного шаблону «Краб»

Перевагою даного варіанту є відсутність потреби проведення калібрування відстані від ока до діоптра, міцність і легкість засобу та можливість його тримання однією рукою.

Варіант №2. В іншому варіанті фіксування прицільної планки відбувається за допомогою бісерного ланцюжка подібно до найбільш поширених моделей. Проте головною відмінністю є саме спосіб використання цього варіанту – ланцюжок із самим шаблоном з'єднані в кільце для фіксації за шию обліковця (фото 5).

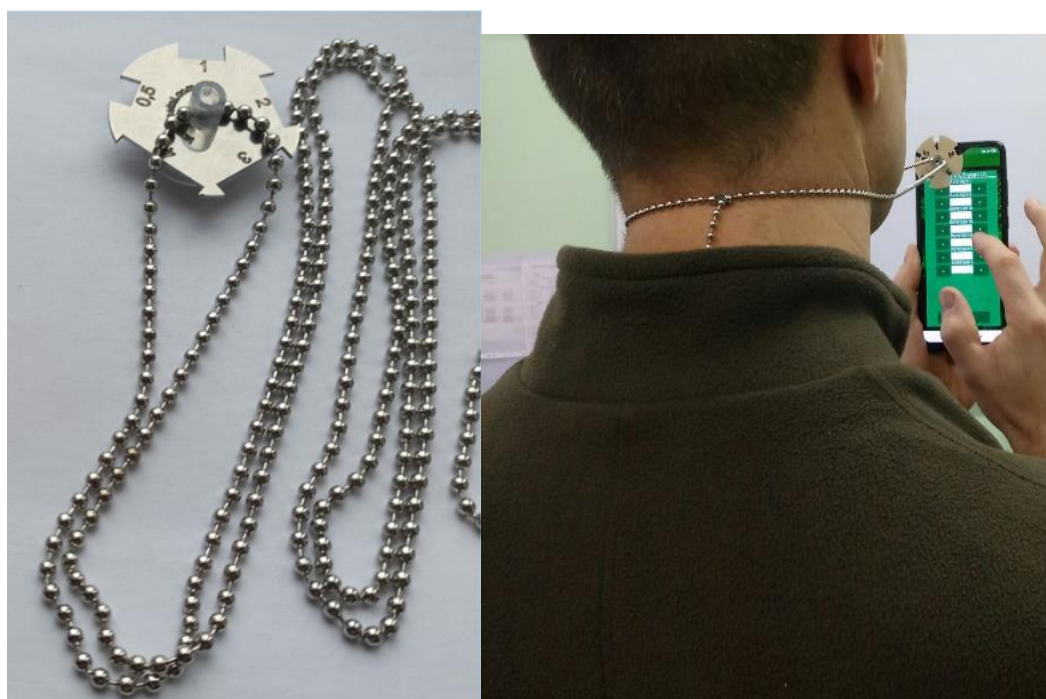


Фото 5. Варіант №2 фіксації реласкопічного шаблону «Краб»

Оскільки довжина ланцюжка є регульованою (± 5 см) для окремого користувача в силу біометричних особливостей перед початком використання потрібно провести калібрування ланцюжка таким чином, щоб у натягнутому стані забезпечити відстань шаблону від ока спостерігача 50 см. Перевагою такого способу фіксації є, по-перше – можливість проведення замірів однією рукою, по друге – можливість надійно закріпити смартфон для автоматизації

підрахунку дерев на РПП за допомогою присоски, яка прикріплена до пластини шаблону.

Перевірка точності ширини прицілу для кожного ВАФ здійснювалося в приміщенні із використанням листків білого паперу на темному тлі. Для цього на вертикальній темній поверхні на відстані 10 м від рівня очей (довжина визначалася за допомогою лазерної рулетки СЕМ модель «LDM-100») прикріплювався лист паперу на висоту 1,3-1,6 м і проводилося візування через приціл певного розміру. При ВАФ 0,5 лист шириною 14,1 см, ВАФ 1 – 20,0 см, ВАФ 2 – 28,2 см, ВАФ 3 – 34,6 см і ВАФ 4 – 40,0 см. Листи зазначеної ширини при застосуванні відповідної величини реласкопічного коефіцієнта точно вписувалися у діоптр.

Об'єкти та методика дослідження. Дослідження були проведені протягом осінньо-зимового періоду 2020-2021 рр. на спеціально закладених кругових пробних площах (КПП) радіусом 17,85 м, що відповідає площі 1000 м². Розмір КПП обумовлений метою проведення на цих же ділянках реласкопічної таксації із використанням ВАФ 0,5, що передбачає вибірку дерев, які є більш віддаленими від центру проби (діаметр граничних дерев 25 см). Загалом було закладено 14 КПП у насадженнях Левківського та Тригирського лісництв ДП «Житомирське ЛГ». Загальна характеристика ділянок, де були закладені КПП наведено в таблиці 1. Ділянки підбиралися таким чином, щоб був відсутній підлісок і крупний підріст. Вік насаджень від 20 до 120 років. Повнота ділянок згідно лісовпорядних матеріалів становить в межах від 0,5 до 0,9 (табл. 1). За складом насаджень дослідні ділянки відрізнялися: 10 КПП в чистих деревостанах (8 сосняків, 2 березняки) і 4 КПП в мішаних насадженнях (2 сосняки, 1 березняк, 1 дубняк).

Загальна характеристика дослідних об'єктів

№ ПП	Склад	Походження	Вік, р	ТЛУ	Повнота	Середній діаметр переважаючої породи, см
1.	8Гз1Дз1Клг	природне	58	С ₂	0,84	18
2.	10Сз	штучне	79	В ₂	0,87	30
3.	10Бп	штучне	50	А ₂	0,50	17
4.	10Сз	штучне	110	А ₁	0,74	29
5.	7Сз3Бп	штучне	20	В ₂	0,72	8
6.	10Сз	штучне	84	В ₂	0,71	34
7.	10Сз	природне	118	В ₂	0,53	40
8.	10Сз	штучне	84	А ₂	0,83	30
9.	7Сз3Бп	штучне	24	В ₂	0,73	12
10	10Сз	штучне	119	В ₂	0,62	39
11	10Сз	штучне	109	А ₁	0,72	28
12	10Бп+Сз+Ос	штучне	20	В ₂	0,70	8
13	10Бп	штучне	43	В ₂	0,70	17
14	10Сз	штучне	63	В ₂	0,85	24

Мішані насадження були вибрані з метою дослідження коректності визначення складу насаджень із використанням реласкопічного шаблону. Перед проведенням реласкопічної таксації за допомогою моделі «Краб», на кожній КПП закріплювався центр і за допомогою мірних стрічок здійснювався поділ території на чотири сектори для зручності проведення переліку діаметрів дерев, а також для подальшого визначення рівномірності їх розміщення (фото 6).



Фото 6. Закріплення центру КПП №3

Кожне дерево замірялося за допомогою мірної вилки з точністю до міліметра. Приналежність крайніх дерев до КПП визначали за допомогою лазерного далекоміра «СЕМ» модель «LDM-100». Суму площ поперечних перетинів визначали засобами «Ехсел» у камеральних умовах, приймаючи ці значення за контроль для всіх дослідних ділянок. З центру кожної КПП проводили замір кожного елемента лісу з використанням шаблону «Краб» у 5-ти варіантах (фото 7) із відповідною точністю для кожного ВАФ (від $0,25 \text{ м}^2$ при коефіцієнті 0,5, до 2 м^2 при коефіцієнті 4).



Фото 7. Визначення СППП при використанні різних величин ВАФ

На КПП №5, 9 і 12, де середній діаметр дерев був порівняно малий (8-12 см) реласкопічна таксація проводилася у трьох рівновіддалених точках у межах кругових проб для забезпечення адекватності відліків зі значеннями ВАФ 2-4.

Висновки до розділу. Для перевірки тверджень щодо ймовірного заниження результатів замірів СППП при використанні реласкопічного шаблону було вирішено провести власні дослідження на КПП та порівняти результати перелікової та реласкопічної таксації. Головним завданням дослідження є перевірка дієвості чинних рекомендацій щодо вибору величини реласкопічного коефіцієнта залежно від повноти та середнього діаметру деревостану з точки зору точності та простоти проведення замірів

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ АНАЛІЗ

За результатами суцільного переліку дерев на КПП були визначені точні показники СППП, відносної повноти та середнього діаметру. Незважаючи на те, що розміщення проби визначалося випадковим шляхом і загалом репрезентувало ділянку, середній діаметр і повнота майже на половині КПП істотно відрізнялися від лісовпорядних даних (табл. 2).

Таблиця 2

Результати замірів СППП на дослідних ділянках

№ КПП	$\Sigma G_{\text{кпп}}$ (контроль), м ² /га	$\Sigma G_{\text{рпп}}$, м ² /га					Середній діаметр, см	Повнота	Мінливість ΣG у секторах КПП, %
		BAF 0,5	BAF 1	BAF 2	BAF 3	BAF 4			
1.	33,4	39,5	32,0	34,0	39,0	36,0	23,8	1,14	14,3
2.	53,7	50,5	57,0	58,0	60,0	60,0	30,1	1,10	16,5
3.	14,7	18,0	19,0	16,0	15,0	16,0	17,2	0,52	17,1
4.	27,8	31,5	30,0	22,0	25,5	28,0	30,0	0,86	13,4
5.	17,3	20,3	20,8	21,6	19,5	18,8	7,9	0,55	17,8
6.	50,6	41,5	52,0	58,0	66,0	64,0	33,8	1,00	8,5
7.	29,0	24,5	34,0	31,0	37,5	36,0	30,0	0,67	33,7
8.	35,5	35,5	39,5	43,0	45,0	36,0	30,5	0,75	14,7
9.	19,3	20,8	18,8	19,0	20,3	22,0	12,3	0,63	13,6
10.	38,8	39,0	35,0	40,0	39,0	34,0	35,9	0,79	18,9
11.	35,1	30,0	29,5	26,0	25,5	26,0	28,9	0,96	7,7
12.	14,8	19,0	18,0	18,0	19,5	22,0	8,9	0,63	11,6
13.	23,6	27,5	22,0	24,0	24,0	20,0	17,8	0,88	16,4
14.	39,0	41,0	47,0	39,0	39,0	30,0	24,2	0,82	13,4

**Примітка. Червоним маркером виділено результати $\sum G_{рпп}$, які визначені рекомендованим коефіцієнтом ВАФ, проте у порівнянні з іншими коефіцієнтами, є менш точними. Зеленим – найближчі до значень контролю.*

Рівномірність розміщення дерев на КПП загалом можна вважати рівномірним, про що свідчить мінливість СППП у секторах проби. Лише на КПП 7 відмічене нерівномірне розташування дерев.

Фактично за повнотою 4 ділянки (КПП 3, 5, 9, 12) були представлені низькоповнотними насадженнями, також 4 ділянки (КПП 7, 8, 10, 14) середньоповнотними і, відповідно, 6 ділянок (КПП 1, 2, 4, 6, 11, 13) високоповнотними деревостанами. Згідно рекомендацій [3], зважаючи крім повноти на середній діаметр насаджень в усіх дослідних низькоповнотних деревостанах варто було б проводити заміри з коефіцієнтом ВАФ 0,5 і 1. На РПП у середньоповнотних насадженнях рекомендованими є коефіцієнти ВАФ 2 і 3, а у високоповнотних - ВАФ 3 і 4. Проте, як виявилось з обрахунків, рекомендований реласкопічний коефіцієнт лише на одній дослідній ділянці (КПП 13) забезпечив визначення близьке до контролю значення СППП.

Порівняння замірів сум площ поперечних перетинів на 1 га за даними реласкопічної та перелікової таксації показало відповідні розбіжності між значеннями як в більшу, так і меншу сторони (табл. 3).

Таблиця 3

**Різниця результатів замірів СППП на РПП у порівнянні з контролем
(КПП)**

№ РПП	Середній діаметр, см	Повнота	ВАФ, $\sum G_{рпп} - \sum G_{кпп}$, м ² /га				
			0,5	1	2	3	4
1	23,8	1,14	6,1	-1,4	0,6	5,6	2,6
2	30,1	1,10	-3,2	3,3	4,3	6,3	6,3
3	17,2	0,52	3,3	4,3	1,3	0,3	1,3
4	30,0	0,86	3,7	2,2	-5,8	-2,3	0,2
5	7,9	0,55	3	3,5	4,3	2,2	1,5
6	33,8	1,00	-9,1	1,4	7,4	15,4	13,4

7	30,0	0,67	-4,5	5	2	8,5	7
8	30,5	0,75	0	4	7,5	9,5	0,5
9	12,3	0,63	1,5	-0,5	-0,3	1	2,7
10	35,9	0,79	0,2	-3,8	1,2	0,2	-4,8
11	28,9	0,96	-5,1	-5,6	-9,1	-9,6	-9,1
12	8,9	0,63	4,2	3,2	3,2	4,7	7,2
13	17,8	0,88	3,9	-1,6	0,4	0,4	-3,6
14	24,2	0,82	2,0	8,0	0	0	-9,0

**Примітка. Оранжевим маркером виділено від'ємні різниці, котрі показують занижені результати реласкопічної таксації порівняно з контролем.*

Аналізуючи різницю у показниках СППП при реласкопічній таксації і контролю загалом слід відмітити, що результати замірів на РПП здебільшого завищують істинні (контрольні) значення при використанні усіх величин ВАФ. За сумою різниць визначено, що загалом максимальне завищення значень СППП відбувалося при використанні ВАФ 3, мінімальне – при ВАФ 2. Зниження значень $\sum G_{\text{рпп}}$ здебільшого відмічене у високоповнотних насадженнях переважно при використанні окремих величин ВАФ.

Для порівняння точності визначення СППП на реласкопічних ділянках при використанні різних величин ВАФ було визначено відносне відхилення для кожного варіанту в порівнянні з контролем (табл. 4).

Потрібно відмітити, що середні значення відносних відхилень при реласкопічній таксації із використанням 5-ти величин ВАФ є досить близькими і не дають підстави робити якісь обґрунтовані висновки. Проте з даних табл. 4 помітно, що навіть при подібних значеннях повноти і середнього діаметру відхилення в межах кожної величини ВАФ можуть сильно відрізнятися.

**Відхилення СППІ від контролю на РПП із використанням ВАФ 0,5-4,
(%)**

№ РПП	Середній діаметр, см	Повнота	ВАФ				
			0,5	1	2	3	4
1	23,8	1,14	18,3	4,2	1,8	16,8	7,8
2	30,1	1,10	6,0	6,1	8,0	11,7	11,7
3	17,2	0,52	22,4	29,3	8,8	2,0	8,8
4	30,0	0,86	13,3	7,9	20,9	8,3	0,7
5	7,9	0,55	17,1	19,9	24,9	12,7	8,7
6	33,8	1,00	18,0	2,8	14,6	30,4	26,5
7	30,0	0,67	15,5	17,2	6,9	29,3	24,1
8	30,5	0,75	0,0	11,3	21,1	26,8	1,4
9	12,3	0,63	7,5	2,6	1,6	4,9	14,0
10	35,9	0,79	0,5	9,8	3,1	0,5	12,4
11	28,9	0,96	14,5	16,0	25,9	27,4	25,9
12	8,9	0,63	28,4	21,6	21,6	31,8	48,6
13	17,8	0,88	16,5	6,8	1,7	1,7	15,3
14	24,2	0,82	5,1	20,5	0,0	0,0	23,1
Середнє відхилення			13,1	12,6	11,5	14,6	16,4

Аналіз залежності відносного відхилення СППІ від середнього діаметру дозволив виявити значний зв'язок лише при замірах із коефіцієнтом ВАФ 0,5 – $r = 0.53$ (рис. 1).

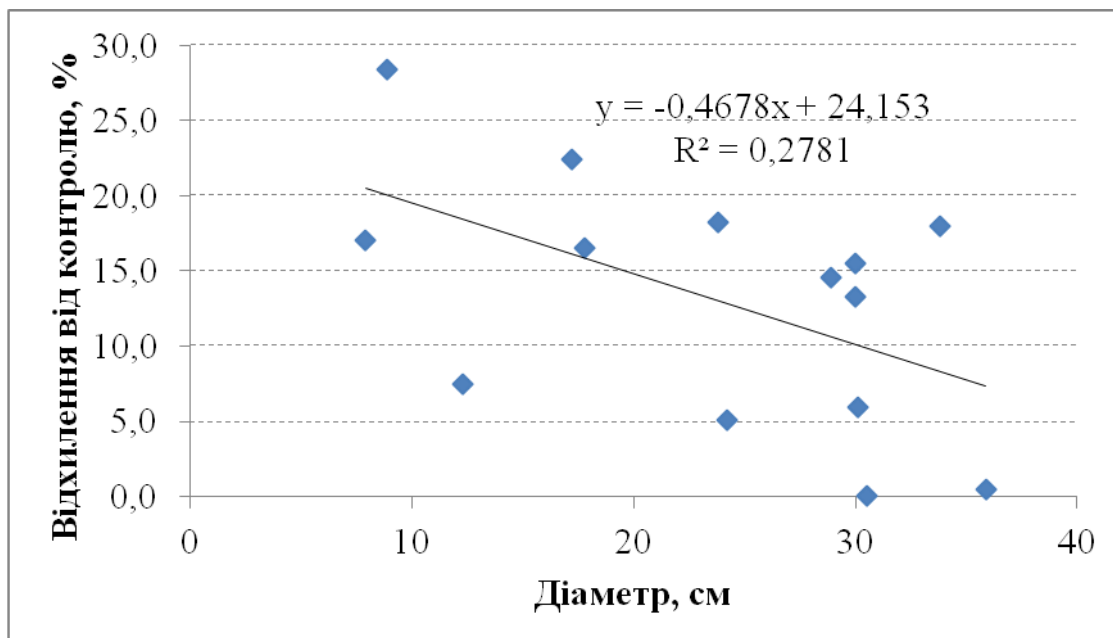


Рис. 1. Залежність відносного відхилення СППП від середнього діаметру при замірах з величиною ВАФ 0,5

При проведенні замірів СППП із використання величини ВАФ 1 залежність відносного відхилення від середнього діаметру помірна – $r = 0.38$ (рис. 2).

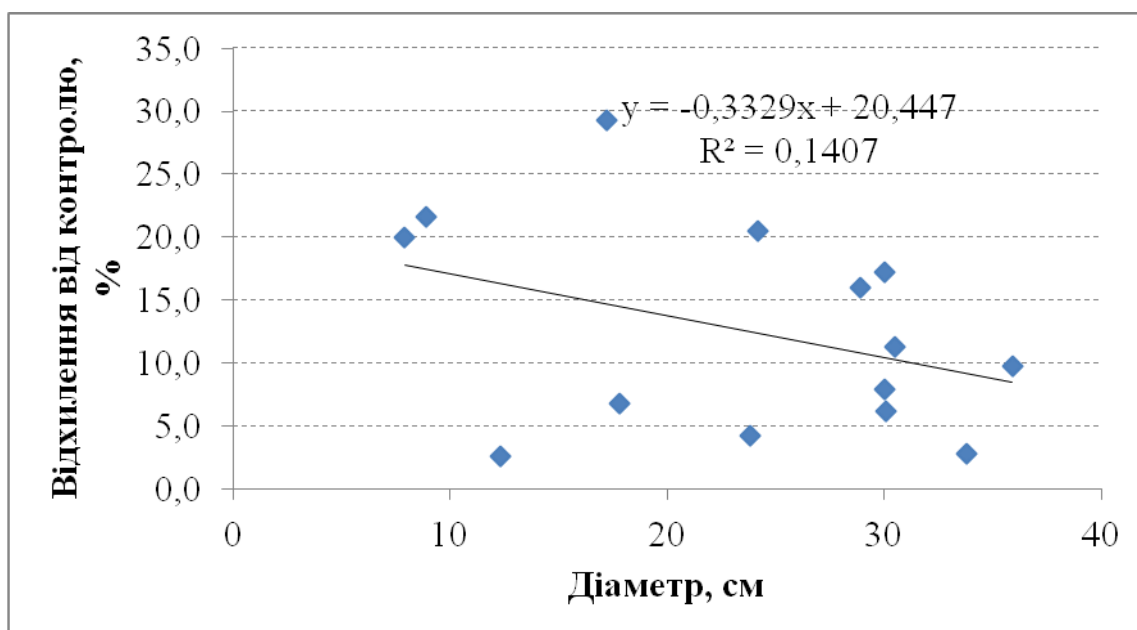


Рис. 2. Залежність відносного відхилення СППП від середнього діаметру при замірах з величиною ВАФ 1

При більших коефіцієнтах (BAF 2-4) подібного зв'язку виявлено не було.

Для більш ретельного аналізу було вирішено згрупувати дані дослідних ділянок залежно від їх середніх діаметрів та повнот подібно до форми рекомендацій [2]. До першої групи потрапили чотири пробні площі із найменшим середнім діаметром дерев (табл. 5). Спільним для цих ділянок є низька повнота, що дозволяє згідно рекомендацій використовувати величину реласкопічного коефіцієнта 0,5 і 1. За даними відносних відхилень по цих ділянках відмічено, що забезпечує дещо вищу точність значення BAF 3 і 2.

Таблиця 5

Відхилення СППП від контролю на ПП із рекомендованим BAF 0,5-1, (%)

№ РПП	Середній діаметр, см	Повнота	BAF				
			0,5	1	2	3	4
3	17,2	0,52	22,4	29,3	8,8	2,0	8,8
5	7,9	0,55	17,1	19,9	24,9	12,7	8,7
9	12,3	0,63	7,5	2,6	1,6	4,9	14,0
12	8,9	0,63	28,4	21,6	21,6	31,8	48,6
Середнє відхилення			18,8	18,4	14,2	12,9	20,0

До другої групи увійшли пробні площі з середньоповнотними насадженнями (табл. 6). Варто зазначити, що точність реласкопічної таксації на дослідних ділянках цієї групи виявилася кращою для всіх без винятку варіантів BAF. Проте, найменші відхилення при визначенні СППП відмічені при замірах із використанням величини BAF 0,5 і 2.

Таблиця 6

Відхилення СППП від контролю на ПП із рекомендованим ВАФ 2-3, (%)

№ РПП	Середній діаметр, см	Повнота	ВАФ				
			0,5	1	2	3	4
7	30,0	0,67	15,5	17,2	6,9	29,3	24,1
8	30,5	0,75	0,0	11,3	21,1	26,8	1,4
10	35,9	0,79	0,5	9,8	3,1	0,5	12,4
14	24,2	0,82	5,1	20,5	0,0	0,0	23,1
Середнє відхилення			5,3	14,7	7,8	14,1	15,2

До третьої групи були включені пробні площі, котрі закладені у високоповнотних насадженнях, в яких залежно від середнього діаметру рекомендується проводити заміри реласкопічних ділянок із коефіцієнтом ВАФ 3 і 4 (табл. 7).

Таблиця 7

Відхилення СППП від контролю на ПП із рекомендованим ВАФ 3-4, (%)

№ РПП	Середній діаметр, см	Повнота	ВАФ				
			0,5	1	2	3	4
1	23,8	1,14	18,3	4,2	1,8	16,8	7,8
2	30,1	1,10	6,0	6,1	8,0	11,7	11,7
4	30,0	0,86	13,3	7,9	20,9	8,3	0,7
6	33,8	1,00	18,0	2,8	14,6	30,4	26,5
11	28,9	0,96	14,5	16,0	25,9	27,4	25,9
13	17,8	0,88	16,5	6,8	1,7	1,7	15,3
Середнє відхилення			14,4	7,3	12,2	16,0	14,6

Проте, за результатами значень середніх відхилень найбільш точним виявився облік у високоповнотних насадженнях при використанні коефіцієнту ВАФ 1. Решта величин ВАФ забезпечують загалом подібну точність.

Перед початком проведення польових робіт робочою гіпотезою було припущення, що точність проведення реласкопічної таксації на КПП радіусом 17,85 м з використанням різних коефіцієнтів ВАФ буде насамперед залежати від середнього діаметру дерев на пробі. Оскільки площа відбору при ВАФ 0,5 і 1 є найбільшою і при діаметрах понад 20 см буде наближатися до площі КПП, найвірогіднішою здавалася вища точність при використанні саме цих значень реласкопічних коефіцієнтів. Проте, поведений аналіз граничної відстані дерев на всіх РПП при досліджуваних величинах ВАФ і відхилень значень СППП від контролю вказував на те, що ніякого зв'язку між точністю ВАФ і середнім діаметром не відстежується. Однак, при проведенні точкових досліджень (в межах однієї КПП) у чотирьох мішаних насадженнях виявилось, що найбільшу точність визначення СППП у розрізі елементів лісу забезпечує саме використання невеликих коефіцієнтів ВАФ 1, 0,5 і 2 (табл. 8).

Таблиця 8

Відхилення СППП від контролю на ПП у мішаних насадженнях, м²/га

№ РПП	Склад	$\sum G_{кпп}$, м ² /га	ВАФ, $\sum G_{рпп}$, м ² /га				
			0,5	1	2	3	4
1	5Гз	15,4	22,5	15	12	12	16
	4Дз	15,1	17	14	20	24	20
	1КЛГ	3,5	1,5	3	2	3	0
5	8Сз	14,6	16	15,25	17	13,5	12
	2Бп	2,8	4,25	5,5	4,6	6	6,8
9	7Сз	12,9	12,75	11,25	12,5	13,5	14
	3Бп	6,4	8	7,5	6,5	6,75	8
12	7Бп	9,9	13,25	13,5	14	15	16
	2Сз	3,4	2,5	1,75	2	1,5	2
	1Ос	1,5	3,25	2,75	2	3	4

Проте, дуже ймовірно, що відповідне збільшення замірів при використанні реласкопічних коефіцієнтів ВАФ 3 і 4 може забезпечити також достатню точність.

Висновки до розділу. Порівняння результатів визначення суми площ поперечних перетинів при переліковій та реласкопічній таксації на кругових площах радіусом 17,85 м засвідчило відсутність систематичного заниження показників при замірах із використанням усіх величин ВАФ, які передбачені вітчизняними нормативами. Точність реласкопічної таксації є порівняно нижчою у низькоповнотних насадженнях при всіх варіантах ВАФ. При використанні ВАФ 0,5 і 1 відмічена певна залежність точності від середнього діаметру насаджень: зі збільшення діаметру відхилення від істинних значень зменшуються. Загалом точність реласкопічної таксації, на наш погляд, незначною мірою залежить від коефіцієнта ВАФ, середнього діаметра і повноти насадження. Оскільки центр РПП при більшості замірів (крім молодняків) збігався з центром КПП, точність замірів повнотоміра по суті залежала від того, наскільки дерева у зоні відбору певної величини ВАФ репрезентують всю зону відбору КПП [41].

ВИСНОВКИ

1. Для можливості проведення дослідження щодо точності проведення реласкопічної таксації із використанням 5-ти нормативно передбачених величин ВАФ було спеціально розроблено модель реласкопічного шаблону «Краб», яка досить добре зарекомендувала себе при проведенні польових замірів [41].

2. У порівнянні із результатами замірів СППП на КПП, які слугували контролем, при проведенні замірів реласкопічним шаблоном систематичних помилок, які б односторонньо спотворювали результати реласкопічної таксації виявлено не було. Дані щодо можливого систематичного заниження значень СППП на реласкопічних ділянках як при величині ВАФ 1, так і при інших реласкопічних коефіцієнтах за результатами дослідження можна спростувати.

3. При проведенні реласкопічної таксації у мішаних насадженнях виявилось, що найбільшу точність визначення СППП у розрізі елементів лісу забезпечує саме використання невеликих коефіцієнтів ВАФ 1, 0,5 і 2. При визначенні загальної СППП у низькоповнотних молодняках найменші відхилення від контролю відмічені при ВАФ 2 і 3, у середньоповнотних насадженнях старшого віку ВАФ 0,5 і 2, у високоповнотних пристигаючих і стиглих деревостанах ВАФ 1 [41].

4. Отримані при дослідженнях результати точності реласкопічної таксації при визначення загальної СППП (для всіх складових порід) із використанням 5-ти варіантів ВАФ дають підстави стверджувати, що відхилення від істинних значень незначною мірою залежать від величини реласкопічного коефіцієнта, а також від повноти і середнього діаметру деревостану. Найсуттєвіше, на нашу думку, точність результатів визначення СППП при реласкопічній таксації залежить від того, наскільки вдало дерева у зоні відбору певної величини ВАФ репрезентують усю площу відбору КПП, що має цілком випадковий характер. Оскільки при використанні більш великих величин ВАФ 2-4 передбачено відповідне збільшення кількості замірів, які можуть краще охопити насадження, є передумови рекомендувати

саме ці реласкопічні коефіцієнти, зважаючи також на легкість проведення обліку у порівнянні з VAF 0,5 і 1 [41].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лісова таксація: навчальний посібник / В. В. Миронюк, В. А. Свинчук, А. М. Білоус, Р. Д. Васишин.- К.: НУБіП України, 2019.- 220 с.
2. Загреев В.В., Сухих В.И., Швиденко А.З., Гусев Н.Н., Мошкалев А.Г. Общесоюзные нормативы для таксации лесов. М.: Колос, 1992. - 495 с.
3. Лісотаксаційний довідник / [за ред. С. М. Кашпора, А. А. Строчинського]. – Київ : Видавничий дім Вініченко, 2013. – 496 с.
4. https://www.forestry-suppliers.com/product_pages/products.php?mi=13951&itemnum=59795
5. Jüri Järvis Forest measurement with relascope: Practical description for fieldwork with examples for Estonia
http://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/4607/Relascope_en_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y
6. <http://lesniku.kz/polnotomer-relaskop-s-kubaturnoj-tablicej/>
7. <https://forest.fi/article/multiple-use-of-forests-is-no-problem-for-finnish-scouts-campfires-and-responsible-forestry-not-mutually-exclusive/>
8. <https://www.grube.eu/hagloef-factor-gauge-80-186/>
9. <https://www.masser.fi/wp-content/uploads/rc2-user-manual-english-form-factor-v142.pdf>
10. <http://bellessnab.by/catalog/polnotomer-prizma-anuchina/>
11. https://www.forestry-suppliers.com/product_pages/products.php?mi=13791&itemnum=43850
12. https://www.forestry-suppliers.com/product_pages/products.php?mi=38731&itemnum=43855
13. Миронюк В.В., Білоус А.М., Дячук П.П., Федина К.Р. Точність вибіркової таксації лісу залежно від конфігурації пробних ділянок. *Біоресурси і природокористування*. ТОМ 10, № 5-6 (2018). С.146-155. Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/bio2018.05.018>

14. Tomppo E., Gschwantner Th, Lawrence M., Ronald E. McRoberts National Forest Inventories: Pathways for Common Reporting. Heideberg : Springer, 2010. 612 p.
15. Kinnunen, J., Maltamo, M., & Paivinen, R. (2006). Standing volume estimates of forests in Russia: how accurate is the published data? *Forestry*, 80(1), 53–64.
16. Tomppo, E., Heikkinen, J., Henttonen, H. M., Ihalainen, A., Katila, M., Makela, H., Vainikainen, N. (2011). Designing and Conducting a Forest Inventory - case: 9th National Forest Inventory of Finland. 21, 1-270.
17. Burkhart H. E. Remembering Walter Bitterlich. *Journal of Forestry*, 2008. Vol. 106, Issue 2, P. 61.
18. Goutal N. Hommage au Pr Dr Walter Bitterlich. *Revue forestière française*, AgroParisTech, 2007. 59 (6), P. 659-660. doi: 10.4267/2042/16785.
19. Bitterlich W. The Relascope Idea: Relative measurements in forestry. Slough : Commonwealth Agricultural Bureau, 1984. 242 p.
20. Миронюк В. В., Свинчук В. А., Білоус А. М., Васишин Р. Д. Лісова таксація: навчальний посібник. Київ: НУБіП України, 2019. 220 с.
21. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.В. Загреев, и др. Москва: Колос, 1992. 495 с.
22. Білоус А. М., Кашпор С. М., Миронюк В. В. Лісотаксаційний довідник. Дніпро : Ліра, 2020. 360 с.
23. Tomppo E., Kuusinen N., Mäkisara K., Katila M., & McRoberts R. E. Effects of field plot configurations on the uncertainties of ALS-assisted forest resource estimates. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2017. 32(6). P. 488–500. [doi: 10.1080/02827581.2016.1259425](https://doi.org/10.1080/02827581.2016.1259425)
24. Kirchoefer M., Schumacher J., Adler P., & Kändler G. Considerations towards a Novel Approach for Integrating Angle-Count Sampling Data in Remote Sensing Based Forest Inventories. *Forests*. 2017. 8 (7), P. 239. [doi: 10.3390/f8070239](https://doi.org/10.3390/f8070239)

25. Pique M., [Condés S.](#), [Obon B.](#), [Saura S.](#) Comparison of relascope and fixed-radius plots for the estimation of forest stand variables in northeast Spain: An inventory simulation approach. *European Journal of Forest Research*. 2011. 130(5), P. 851-859. doi: 10.1007/s10342-010-0477-
26. Mulyana B., Rohman R., Purwanto R. H. Application of Point Sampling Method in Estimation of Stand Basal Area in Community. *Journal of Sylva Indonesiana*. 2018. 1(1). P. 45-54. doi: 10.32734/jsi.v1i1.426
27. Druszcz J. P., Nakajima N. Y., Netto S. P., Machado S. do A., Mello A.A.de, Campos A. P. G. Eficiência de inventário florestal com amostragem ponto de Bitterlich e conglomerado em linha em plantação de Pinus taeda. *Floresta, Curitiba*. 2012. v. 42, n. 3, P. 527-538. doi: 10.5380/rf.v42i3.25453
28. Zeide B., Troxell J.K. Selection of the proper metric basal area factor for Appalachian mixed hardwoods. *W.E. Frayer, ed. Forest Resource Inventory Workshop Proceeding*. Colorado State University, Fort Collins, CO, 1979. P. 261-269.
29. Brooks J.R.; McGill D. W. Evaluation of Multiple Fixed Area Plot Sizes and BAFS in Even-aged Hardwood Stands. *14th Central Hardwood Forest Conference / Ed. by Yaussy D. A., Hix D. M.; Long R. P., Goebel P. C.* (March 16 19, 2004). Wooster, OH. Gen. Tech. Rep. NE-316. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, 2004. P. 94-100.
30. Миронюк В.В., Білоус А.М., Дячук П.П., Федина К.Р. Точність вибіркової таксації лісу залежно від конфігурації пробних ділянок. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10, № 5-6. С. 146-155.
31. Сірук Ю.В., Зінкевич Р.А. Експрес-метод визначення санітарного стану насаджень за допомогою програми «Relascope+». *Наукові горизонти*. 2020, № 05 (90). С. 73-81. doi: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-73-81
32. [Myroniuk V.](#), [Bilous A.](#), [Diachuk P.](#) Predicting forest stand parameters using the k-NN approach. *Ukrainian journal of forest and wood science*. 2019. Vol. 10, № 2, doi: [10.31548/forest2019.02.051](#) 51–63.

33. Gove J.H., Gregoire T.G., Ducey M.J. Thomas B. L. A note on the estimation of variance for big BAF sampling. *Forest Ecosystems*. 2020. 7: Article 62. 14 p. [doi: 10.1186/s40663-020-00272-x](https://doi.org/10.1186/s40663-020-00272-x)
34. Tomppo E., Gschwantner Th, Lawrence M., Ronald E. McRoberts National Forest Inventories: Pathways for Common Reporting. Heideberg : Springer, 2010. 612 p.
35. Kinnunen J., Maltamo M., & Paivinen R. Standing volume estimates of forests in Russia: how accurate is the published data? *Forestry: An International Journal of Forest Research*. 2007. Volume 80, Issue 1, P. 53–64. doi:10.1093/forestry/cpl042
36. Tomppo E., Heikkinen J., Henttonen H. M., Ihalainen A., Katila M., Makela H., Vainikainen N. (2011). Designing and Conducting a Forest Inventory - case: 9th National Forest Inventory of Finland. *Managing Forest Ecosystems*. Springer, Dordrecht. 2011. 1-270. doi:10.1007/978-94-007-1652-0
37. Husch B. Results of an investigation of the variable plot. method of cruising. *Journal of Forestry*. 1955. 53. P. 570-574.
38. Dai X., Ducey M.J., Kershaw J.A. Jr., Wang H. Sector subsampling for basal area ratio estimation: an alternative to big BAF sampling. *Canadian Journal of Forest Research*. 2021. [doi:10.1139/cjfr-2020-0496](https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0496)
39. Carlton S. Basal Area Factor in Variable Radius Sampling Effects on Stand Level Measurements. Honors College. 2020 P. 626. URL: <https://digitalcommons.library.umaine.edu/honors/626> (дата звернення: 25.01.2022).
40. Becker P., Nichols T. Effects of Basal Area Factor and Plot Size on Precision and Accuracy of Forest Inventory Estimates. *Northern Journal of Applied Forestry*. 2011. 28(3). P. 152-156. doi:10.1093/njaf/28.3.152
41. Siruk, Yu., Siruk, I., & Rubanova, O. (2021). Influence of the value of relas copic coefficients on the accuracy of determining the stand basal area. *Scientific Horizons*, 24(12), 9-16.

42. 2. Рубанова О.О. Використання кутового шаблону «Краб» при реласкопічній таксації лісу. «Студентські наукові читання - 2021: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (25 січня 2021 р.). Житомир: Поліський національний університет, 2022. С. 16.

43. 3. Сірук Ю. В, Рубанова О. О. Точність визначення суми площ поперечних перетинів при проведенні реласкопічної таксації із використання коефіцієнтів різної величини. Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми лісового господарства та екології: шляхи вирішення» (Факультету лісового господарства та екології – 20 років) (7-8 жовтня 2021 року). Житомир, 2021. С. 161.-162.