



UDC 630\*521.5;244/004.9

## EXPRESS METHOD OF DETERMINATION OF THE SANITARY CONDITIONS BY THE «RELASCOPE+» PROGRAM

Yu. Siruk, R. Zinkevich

Article info

Received  
02.04.2020

Accepted  
27.05.2020

Zhytomyr  
National  
Agroecological  
University  
7, Staryi Blvd,  
Zhytomyr,  
10008, Ukraine

E-mail:  
[Qarpofor@ukr.net](mailto:Qarpofor@ukr.net);  
[zinkevich573@gmail.com](mailto:zinkevich573@gmail.com)

**Siruk, Yu., Zinkevich, R. (2020). Express method of determination of the sanitary conditions by the «RELASCOPE+» program. Scientific Horizons, 05 (90), 73–81. doi: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-73-81.**

The mobile application "RELASCOPE+" was developed and tested in order to automate and expedite the determination of the stand density index in the forest to make decisions on the purpose of a series of forestry activities. To determine the need for sanitary felling on the basis of measurements on relascope sample plots was the main problem. The fundamental difference between the operation of the mobile application, unlike the foreign counterparts, was not the simple calculation of basal area of trees on sample plots, but with the simultaneous distribution of accounting trees by species and sanitary conditions categories. Therefore, it was decided to use the smartphone directly as a counter. To clarify the correctness of the determination of the composition, stand density index and volume, 4 sample plots of rectangular shape were specially laid, where a complete enumeration was made and measurements were additionally made on 16 relascope sections. In addition, a complete enumeration of trees with sanitary conditions categories was carried out on one site, after which measurements were made on relascope sample plots using the "RELASCOPE+" application.

It was possible to complete the field works almost five times faster without any camera work, when determining the basal area by the method of relascope measurement, using relascope coefficient (BAF) = 1 and the mobile application "RELASCOPE+". A certain decrease of the stand density index was observed in comparison with the complete enumeration method from 4 to 20 %, when applying the method of relascope measurement. The express method demonstrated satisfactory accuracy in determining the sanitary condition. We believe that this express method should be further introduced into production as an alternative way of determining needs for the appointment of an appropriate type of sanitary felling, considering that the use of the proposed method of determining the basal area and volume per 1 ha in the categories of tree sanitary condition, is capable of reducing labor and time consumption. In the process of carrying out by relascope measurement using a smartphone, it was decided to refine the model of relascope by changing the method of attachment and distance to the eyes. A prospect for further studies is to justify the use of the relascope coefficient, depending on the mean diameter and the stand density index.

**Key words:** relascope measurement, basal area, stand density index, sanitation felling, categories of tree sanitary condition, mobile application.

## ЕКСПРЕС-МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ САНІТАРНОГО СТАНУ НАСАДЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ «RELASCOPE+»

Ю. В. Сірук, Р. А. Зінкевич

Житомирський національний агроєкологічний університет  
м. Житомир, бульвар Старий, 7, 10008, Україна

З метою автоматизувати та пришвидшити визначення показника повноти деревостанів безпосередньо в лісі для прийняття рішень щодо призначення низки лісгосподарських заходів, було

розроблено і протестовано мобільний додаток «RELASCOPE+». Головним завданням було визначати на основі замірів на реласкопічних пробних ділянках потребу проведення санітарних рубок. Принципова різниця роботи мобільного додатку, на відміну від закордонних аналогів, полягала не в простому підрахунку сум площ поперечних перетинів дерев на пробах, а з одночасним розподілом облікових дерев за породами і категоріями стану. У зв'язку з цим в якості лічильника було вирішено використати безпосередньо смартфон. Для виявлення коректності визначення складу, повноти і запасу було спеціально закладено 4 пробні площі прямокутної форми, де здійснено суцільний перелік і додатково проведено заміри на 16 реласкопічних ділянках. Крім цього, на одній ділянці проведено суцільний перелік дерев із зазначенням категорій стану, після чого було проведено заміри на реласкопічних пробних площах (РПП) із застосуванням додатку «RELASCOPE+».

При визначенні суми площ поперечних перетинів методами реласкопічної таксації при використанні реласкопічного коефіцієнту (BAF) = 1 і мобільного додатку «RELASCOPE+» вдалося майже у п'ять разів швидше виконати польові роботи і, при цьому, відразу отримати результати без проведення камеральних робіт. При застосуванні реласкопічних методів помічено певне заниження показників абсолютної повноти у порівнянні із суцільнопереліковими методами – на 4–20 %. При визначенні санітарного стану експрес-метод продемонстрував задовільну точність. Зважаючи на те, що використання пропонованого способу визначення суми площ поперечних перетинів та запасу деревини на 1 га в розрізі категорій стану дерев здатне забезпечити скорочення витрати трудових ресурсів і часу, вважаємо, що даний експрес-метод варто в подальшому впровадити у виробництво як альтернативний спосіб визначення потреби призначення відповідного виду санітарних рубок. У процесі проведення реласкопічної таксації із використанням смартфона було вирішено вдосконалити модель реласкопічного шаблону шляхом зміни способу кріплення і відстані до очей. Перспективними для подальших досліджень є обґрунтування використання реласкопічного коефіцієнта у залежності від середнього діаметру та повноти деревостану.

**Ключові слова:** реласкопічна таксація, сума площ поперечних перетинів, повнота, санітарні рубки, категорії стану дерев, мобільний додаток.

### Вступ

У сучасних умовах ведення лісового господарства, галузь щоденно отримує нові виклики щодо прискорення, діджиталізації та автоматизації низки процесів та цілих ланок виробництва (Kravets & Pavlishchuk, 2016; Storozhuk & Druzhynska, 2018). Поряд із постійними нововведеннями, які у силу євроінтеграційних процесів потребує лісгосподарська галузь, важливим є дотримання чинних вітчизняних законодавчих норм, нормативів та методик (Rehionalna..., 2012; Storozhuk, 2010).

Використання реласкопічної таксації в Україні, на відміну від багатьох країн Європи, є досить обмеженим. За кордоном, на відміну від нашої країни, вибірково-вимірвальна таксація проводиться не лише при проведенні лісотаксаційних робіт при лісовпорядкуванні, а також при наукових дослідженнях та у виробничій діяльності (Stenberg et al., 2008; Piqué et al., 2011). В країнах Північної Америки, Західної та Північної Європи є досить поширеним застосування реласкопічних методів лісівниками безпосередньо при лісовирощуванні, зокрема з метою визначення достатнього ступеня зрідження

та ефективності проведення рубок догляду (Savushchuk, 2015). В Україні є велика перспектива у використанні реласкопічної таксації на виробництві. Перепоною цього на даний час є складна для виробництва нормативна база по вибірковій таксації та недостатній рівень підготовки фахівців лісової галузі. Застосування реласкопічної таксації у поєднанні із сучасними технічними засобами здатне значно покращити ситуацію не лише при проектуванні важливих лісгосподарських заходів, а й у процесі їх виконання та контролю ефективності (Bijak & Sarzyński, 2015; Vastaranta et al., 2015).

Для досягнення мети автоматизації визначення сумарної повноти та запасу в деревостанах за допомогою мобільного додатку на реласкопічних пробних площах для визначення можливості проведення та контролю низки лісгосподарських заходів було передбачено виконати наступні завдання:

1. Створити алгоритм розрахунку необхідних таксаційних показників для коректного їх програмного обчислення.

2. Здійснити тестування мобільного додатку «RELASCOPE+» у польових умовах, порівнявши

точність визначення сумарної повноти на реласкопічних пробних площах та при суцільному переліку.

3. Визначити потребу проведення суцільної санітарної рубки в насадженні за допомогою додатку «RELASCOPE+».

Головною метою даної роботи є розробити та апробувати додаток на смартфоні, за допомогою якого у насадженнях на основі замірів на реласкопічних пробних площах можна визначити потребу проведення санітарних рубок.

### Матеріали та методи

Для визначення необхідної кількості реласкопічних пробних площ на ділянку за основу взяли рекомендації щодо кількості кругових пробних площ для обстеження стану насаджень (Probnі..., 2006). Вибір зумовлений як простотою використання, так і достатньою точністю, враховуючи, що на виробництві у більшості обстеження проводяться на невеликих за площею ділянках. Для визначення повноти, запасу та складу насаджень були використані діючі в Україні нормативно-довідкові матеріали (Kashpor et al., 2013). Сам обрахунок показників здійснювався за загальноприйнятими методами (Probnі..., 2006). Підрахунок дерев проводився на реласкопічних площах із використанням шаблону з величиною BAF 1 за загальновідомою методикою (Myroniuk et al., 2019). Відстань між центрами реласкопічних ділянок шукали за формулою:

$$L = K \times \sqrt{\frac{S}{n}},$$

де: L – відстань між центрами площадок в м;

S – площа виділу в м<sup>2</sup>;

n – кількість РПП, які потрібно розмістити;

K – коефіцієнт, що враховує реальну форму виділу.

Коефіцієнт K коливається від 0,7 до 1,0, а саме: для ділянок близьких до квадратної форми – 0,7; для ділянок близьких до прямокутної форми – 0,8; для ділянок неправильної форми – 1,0.

Розподіл дерев за категоріями стану проводився відповідно до діючих санітарних правил (Sanitarni ..., 2016). При цьому, було враховано структуру «Картки пробних площ обстеження санітарного стану насаджень» (додаток 5 до Санітарних правил).

Для початку роботи з додатком потрібно заповнити адресну частину: назва підприємства,

лісництва, квартал, виділ, підвиділ. Внесення наступних показників (повноти, площі та кількості порід) зумовлює відповідний програмний пошук даних згідно з нормативно-довідковими матеріалами (рис. 1).

Рис. 1. Запис первинних даних перед початком замірів

Повнота записується згідно з даними матеріалами лісовпорядкування, значення у полі «Площа» повинні відповідати площі обстеженої ділянки, кількість порід визначається після попереднього огляду насаджень.

При зазначенні кількості порід (на вказаному прикладі – дві) необхідно згідно з матеріалами лісовпорядкування вказати вік та бонітет кожної породи (рис. 2).

Порода (із врахуванням походження) та бонітет вибирається зі списку пропозиції згідно з наявними таблицями ходу росту. Вік вказується з точністю до року. При обчисленні повноти та запасу програма здатна інтерполювати та екстраполювати дані.

Після запису вказаних полів буде здійснено розрахунок необхідної кількості реласкопічних пробних площ на виділі. Наприклад, при повноті насаджень 0,7 та площі ділянки 0,5 га потрібно провести замір на чотирьох РПП (рис. 3).

Таким чином, на ділянці, де наявні дві породи, потрібно закласти чотири реласкопічні проби. Відповідно на кожній реласкопічній пробній площі замір буде проводитися окремо по кожній породи (рис. 4).

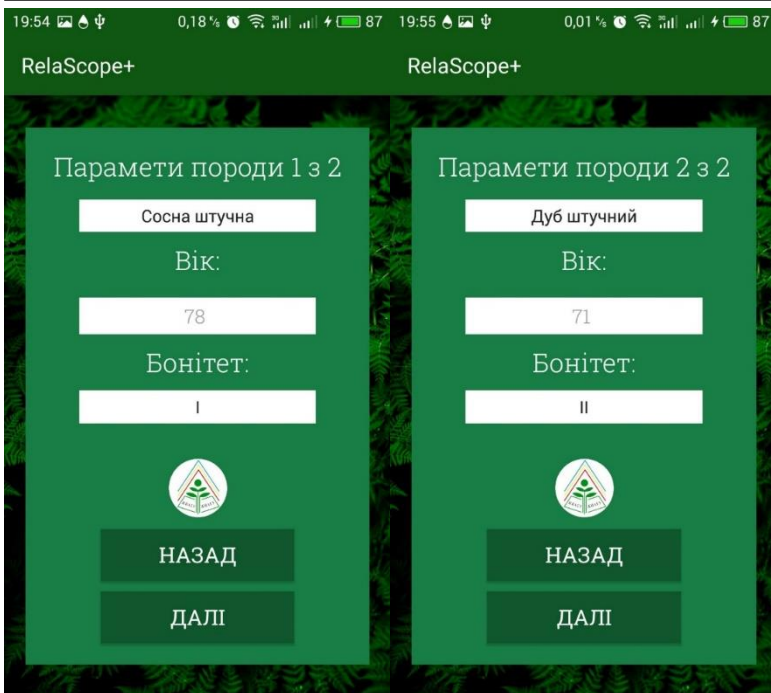


Рис. 2. Внесення даних по деревних породах



Рис. 3. Необхідна кількість замірів



Рис. 4. Занесення даних на першій реласкопічній пробній площі

Після проведення замірів на необхідній кількості РПП (на прикладі – 4), за середньо-арифметичними значеннями сум поперечних перетинів по кожній породі визначалася її повнота і запас (рис. 5).

Результати проведених замірів подаються двома блоками: у першій частині подається загальна інформація і звіт за складовими

породами (див. рис. 5), у другій частині, яка є основною, подаються сумарні результати замірів повноти і запасу на 1 га в розрізі категорій стану дерев (рис. 6).

Звіт за категоріями стану побудований згідно з вимогами «Картки пробних площ обстеження санітарного стану насаджень» (додаток 5 до Санітарних правил).

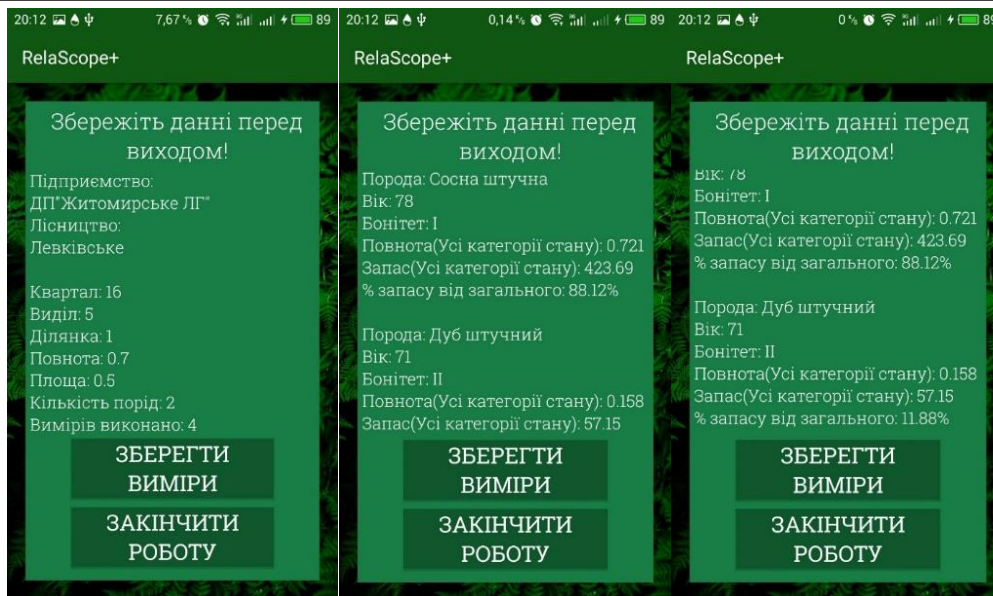


Рис. 5. Результати замірів по породах

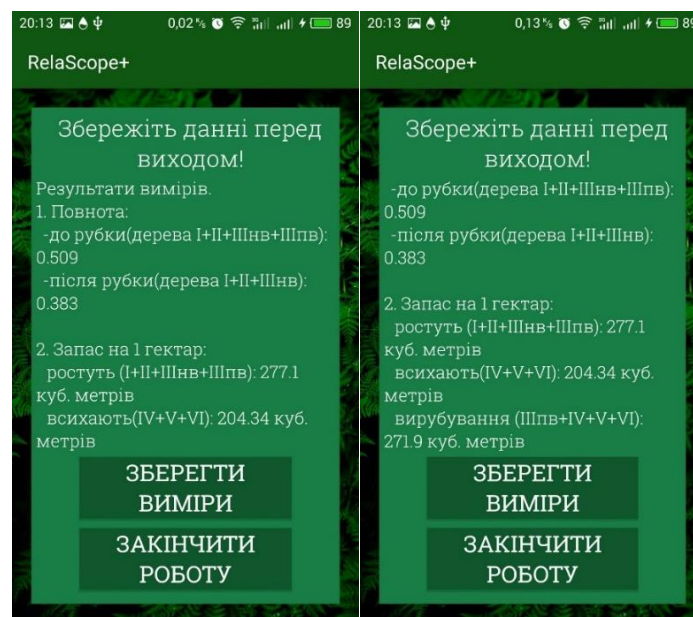


Рис. 6. Результати замірів по категоріях стану дерев

З метою апробації мобільного додатку були проведені дослідження у чистих та мішаних насадженнях Левківського лісництва ДП «Житомирське лісове господарство». Для в'ясування коректності визначення складу, повноти і запасу було спеціально закладено 4 пробні площі прямокутної форми (50×100 м), де здійснено суцільний перелік і додатково проведено заміри на 16 реласкопічних ділянках. Характеристика дослідних об'єктів згідно з матеріалами лісовпорядкування наведена у таблиці 1.

Крім цього, на одній ділянці проведено суцільний перелік дерев із зазначенням категорій стану, після чого було проведено заміри на реласкопічних пробних площах із застосуванням додатку «RELASCOPE+».

#### Результати дослідження та обговорення

Порівняння замірів сум площ поперечних перетинів на 1 га за даними реласкопічної і перелікової таксації показало розбіжності між значеннями в межах від 3,5 % до 20,1 % (табл. 2).

Таблиця 1. Загальна характеристика насаджень, де були проведені дослідження

| № пробної площі | Тип лісо-рослинних умов | Склад      | Вік, років | Повнота, од | Бонітет | Середній діаметр, см | Середня висота, м |
|-----------------|-------------------------|------------|------------|-------------|---------|----------------------|-------------------|
| 1               | B <sub>2</sub>          | 10Сз       | 77         | 0,6         | I       | 30                   | 25                |
| 2               | B <sub>2</sub>          | 10Сз       | 77         | 0,8         | I       | 30                   | 25                |
| 3               | A <sub>2</sub>          | 10Бп       | 48         | 0,6         | II      | 16                   | 15                |
| 4               | B <sub>3</sub>          | 5Сз4Бп1Влч | 52         | 0,7         | I       | 21                   | 20                |

Таблиця 2. Визначення сум площ поперечних перетинів на дослідних ділянках

| № пробної площі | «RELASCOPE+» |                                   |  |                 | Суцільний перелік             |                 | Різниця                       |      |
|-----------------|--------------|-----------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|------|
|                 | №РПП         | $\sum G_i$ , * м <sup>2</sup> /га | $\sum G_{cp \pm m}$ , * м <sup>2</sup> /га | сумарна повнота | $\sum G$ , м <sup>2</sup> /га | сумарна повнота | $\sum G$ , м <sup>2</sup> /га | %    |
| 1               | 1            | 29                                | 25,5±1,8                                   | 0,53            | 31,9                          | 0,66            | -6,4                          | 20,1 |
|                 | 2            | 25                                |  |                 |                               |                 |                               |      |
|                 | 3            | 27,5                              |  |                 |                               |                 |                               |      |
|                 | 4            | 20,5                              |  |                 |                               |                 |                               |      |
| 2               | 1            | 39,0                              | 38,8±1,0                                   | 0,81            | 40,2                          | 0,84            | -1,4                          | 3,5  |
|                 | 2            | 41,5                              |  |                 |                               |                 |                               |      |
|                 | 3            | 37,5                              |  |                 |                               |                 |                               |      |
|                 | 4            | 37,0                              |  |                 |                               |                 |                               |      |
| 3               | 1            | 16,5                              | 15,5±0,7                                   | 0,60            | 14,2                          | 0,55            | +1,3                          | 8,4  |
|                 | 2            | 17                                |  |                 |                               |                 |                               |      |
|                 | 3            | 14                                |  |                 |                               |                 |                               |      |
|                 | 4            | 15,5                              |  |                 |                               |                 |                               |      |
| 4               | 1            | 24,0                              | 24,8±1,4                                   | 0,71            | 26,2                          | 0,75            | -1,4                          | 5,6  |
|                 | 2            | 27,5                              |  |                 |                               |                 |                               |      |
|                 | 3            | 23,0                              |  |                 |                               |                 |                               |      |
|                 | 4            | 24,5                              |  |                 |                               |                 |                               |      |

\* Примітка:  $\sum G_i$  – сума площ поперечних перетинів на одній РПП;  $\sum G_{cp \pm m}$  – середнє значення і основна помилка суми площ поперечних перетинів на дослідній ділянці.

Як бачимо з поданої вище таблиці у насадженнях із більшою повнотою (ПП 2 та ПП 4) різниця між значеннями сум площ поперечних перетинів є несуттєвою – 3,5–5,6 %. У насадженнях із меншою повнотою (ПП 1 та ПП 3) розбіжності виявилися порівняно більшими. На дослідній ділянці №1, де відмічене нерівномірне розміщення дерев по площі, було виявлено найбільше розходження між показниками – 20 %. При цьому, при визначенні сум площ поперечних перетинів на РПП відмічена і найбільша мінливість значень даного показника (CV=14,5 %). Також середня варіація абсолютної повноти (CV=10,9 %) виявлена і на дослідній ділянці № 4, яка знаходилася у мішаному деревостані. На ПП 2

і ПП 3 при реласкопічній таксації мінливість значень сум поперечних перетинів незначна (CV=5,2–8,4 %). На даних ділянках кількість РПП була достатньою для належної точності дослідження (p<5 %). Щодо ПП 1 та ПП 4, то на даних ділянках, зважаючи на більшу варіацію, для отримання більш точних результатів потрібно було б збільшити кількість РПП. Варто відмітити, що мінливість значень шуканого показника на даних ділянках не є надто великою, враховуючи те, що насадження, де були проведені дослідження, згідно з нормативами вибіркової таксації (Kashpor et al., 2013) за однорідністю слід віднести до III–V категорій, для яких коефіцієнт варіації на площах 2–8 га становить 16–22 %.

Щодо затрати часу на виконання замірів, була відмічена явна перевага реласкопічної таксації над перелічувальною. Наприклад, при суцільному переліку на РПП 1 було затрачено близько 90 хвилин часу за проведення роботи трьома виконавцями (без проведення розрахунків). Реласкопічна таксація, яка здійснювалася одним виконавцем на чотирьох РПП з використанням «RELASCOPE+», тривала близько 15 хвилин включно з обрахунками.

Для апробації експрес-методу визначення потреби проведення санітарної рубки було проведено заміри сум площ поперечних перетинів на РПП у розрізі груп категорій стану дерев. Варіація абсолютної повноти на даній дослідній ділянці загалом незначна ( $CV=8,6\%$ ). Оскільки характер розміщення сухою, всихаючих і ослаблених дерев на ділянці відносно рівномірний, на РПП було відмічено відносно близькі значення сум площ поперечних перетинів дерев різних груп категорій стану (табл. 3).

Таблиця 3. Визначення сум площ поперечних перетинів за категоріями стану дерев з використанням додатку «RELASCOPE+»

| № РПП | Групи категорій стану дерев | Сума площ поперечних перерізів, м <sup>2</sup> /га |              |   |
|-------|-----------------------------|--|--------------|---|
|       |                             | $\sum G_{kc}^*$                                    | $\sum G_i^*$ | $\sum G_{cp\ k.c.} \pm m^*$   |
| 1     | I+II                        | 13,5   | 29,0         | I+II = 13,4±0,6<br>III нв = 1,5±0,5<br>III пв = 1,6±0,7<br>IV–VI = 13,9±1,3<br>Разом = 30,4±1,3 |
|       | III нв                      | 2,0  |              |   |
|       | III пв                      | 2,0  |              |   |
|       | IV–VI                       | 11,5   |              |   |
| 2     | I+II                        | 13,0   | 27,5         |   |
|       | III нв                      | 1,5  |              |   |
|       | III пв                      | –  |              |   |
|       | IV–VI                       | 13,0   |              |   |
| 3     | I+II                        | 12,0   | 33,0         |   |
|       | III нв                      | 2,5  |              |   |
|       | III пв                      | 1  |              |   |
|       | IV–VI                       | 17,5   |              |   |
| 4     | I+II                        | 15   | 32,0         |   |
|       | III нв                      | –  |              |   |
|       | III пв                      | 3,5  |              |   |
|       | IV–VI                       | 13,5   |              |   |

\*Примітка.  $\sum G_{i\ kc}$  – сума площ поперечних перетинів групи категорій стану дерев на одній реласкопічній пробній площі (РПП);  $\sum G_{cp\ k.c.}$  – середнє суми площ поперечних перетинів групи категорій стану дерев на дослідній ділянці.

У зв'язку з тим, що дерев категорій стану III нв і III пв на деяких РПП не було взагалі, це відобразилося, відповідно, на дуже сильній варіації сум площ поперечних перерізів цих категорій. Також відмічена значна варіація суми площ поперечних перетинів дерев IV–VI категорій стану ( $CV=18,4\%$ ).

Порівняння результатів по визначенню абсолютної повноти дерев різних категорій стану при проведенні суцільного переліку на площі 0,5 га та на реласкопічних ділянках дали наступні результати (табл. 4).

Різниця у визначенні суми площ поперечних перерізів на 1 га при застосуванні перелікової та реласкопічної таксації склала 5,3%. За групами категорій стану дерев найбільш відрізняються результати саме за тими категоріями стану, дерева яких назначаються в санітарні рубки (III пв – VI). Показники відносної повноти дерев, які мають залишитися після проведення санітарно-оздоровчого заходу, є дуже близькими – 0,3 і 0,32, що вказує на задовільну точність при розподілі дерев за категоріями стану на реласкопічних ділянках.

Таблиця 4. Порівняння результатів визначення сум площ поперечних перетинів за категоріями стану дерев

| Групи категорій стану дерев | Сума площ поперечних перерізів, м <sup>2</sup> /га |                   | Сумарна повнота |                   |
|-----------------------------|--|-------------------|-----------------|-------------------|
|                             | «RELASCOPE+»                                       | Суцільний перелік | «RELASCOPE+»    | Суцільний перелік |
| I+II                        | 13,4   | 12,2              | 0,32            | 0,30              |
| III нв                      | 1,5  | 1,5               |                 |                   |
| III пв                      | 1,6  | 2,6               | 0,34            | 0,40              |
| IV-VI                       | 13,9   | 15,8              |                 |                   |
| Разом                       | 30,4   | 32,1              | 0,66            | 0,70              |

В обох випадках результати досліджень підтвердили доцільність проведення санітарної вибіркової рубки на даній ділянці, оскільки сумарна повнота здорових дерев є вищою критичної (0,1). Різниця у часі проведення замірів при суцільному переобліку і на реласкопічних ділянках є також значною (150 і 30 хвилин, відповідно).

#### Висновки

1. При використанні звичайного повнотоміра Біттерліха (BAF 1) у поєднанні зі смартфоном визначено, що у порівнянні з даними перелікової таксації сума площ поперечних перетинів на більшості дослідних ділянок була заниженою (4-20 %). Загалом точність визначення сумарної повноти на реласкопічних пробних площах порівняно з матеріалами суцільного переліку є задовільною (на 4 з 5 ділянок розходження склало не > 0,05).

2. Застосування мобільного додатку «RELASCOPE+» при визначенні санітарного стану насадження для потреби проведення суцільної санітарної рубки продемонструвало достатню точність при визначенні повноти дерев відповідних категорій стану, а також оперативність проведення польових робіт. Вдалося майже в п'ять разів швидше виконати польові роботи і, при цьому, відразу отримати результати без проведення камеральних робіт.

#### References

Bijak, S. & Sarzyński, J. (2015). Accuracy of smartphone applications in the field measurements of tree height. *Folia Forestalia Polonica, series A*, 57 (4), 240–244. doi: <https://doi.org/10.1515/ffp-2015-0025>.

FLEG (2012). Regionalna proghrama «Pravozastosuvannia ta upravlinnia v lisovomu sektori krain skhidnoho rehionu dii yevropeiskoho instrumentu susidstva i partnerstva-2» (FLEG II) [Regional Program "Enforcement and Governance in the Forest Sector of the Eastern Region Countries of the European Neighborhood and Partnership Instrument-2"]. Retrieved from <http://www.fleg.org.ua/about-program> [in Ukrainian].

Gschwantner, T., Lanz, A. & Vidal, C. (2016). Comparison of methods used in European National Forest Inventories for the estimation of volume increment: towards harmonisation. *Annals of Forest Science*, 73, 807–821. doi: <https://doi.org/10.1007/s13595-016-0554-5>.

Kabinet Ministriv Ukrainy (2016). Sanitarni pravyla v lisakh Ukrainy [Sanitary rules in the forests of Ukraine]: postanova. Retrieved from <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF> [in Ukrainian].

Kashpor, S. M. & Strochynskyi, A. A. (Eds.). (2013). Lisotaksatsiinyi dovidnyk [Forestry Directory]. Kyiv : Vydavnychi dim Vinichenko [in Ukrainian].

Kravets, P. V. & Pavlishchuk, O. P. (2016). Lisova haluz Ukrainy v konteksti yevropeiskykh vymoh do zabezpechennia zakonnosti pokhodzhennia derevyny [Ukraine's forestry industry in the context of European requirements for the legality of timber origin]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 26 (8), 103-110. doi: <https://doi.org/10.15421/40260815> [in Ukrainian].

Myroniuk, V. V., Svynchuk, V. A., Bilous A. M. & Vasylyshyn, R. D. (2019). Lisova taksatsiia [Forest taxation]. Kyiv : NUBiP Ukrainy [in Ukrainian].

Piqué, M., Obon, B., Condés, S. & Saura, S. (2011). Comparison of relascope and fixed-radius



plots for the estimation of forest stand variables in northeast Spain: an inventory simulation approach. *Eur J Forest Res*, 130, 851–859. doi: <https://doi.org/10.1007/s10342-010-0477-x>.

Savushchuk, M. P. (2015). Suchasni yevropeiski praktyky lisovyroshchuvannia, porivniannia yikh z ukrainskymy [Modern European forestry practices, comparing them with Ukrainian ones]. Retrieved from [http://www.enpi-fleg.org/site/assets/files/2117/report\\_savushchuk\\_modern\\_silviculture\\_practices.pdf](http://www.enpi-fleg.org/site/assets/files/2117/report_savushchuk_modern_silviculture_practices.pdf) [in Ukrainian].

SOU (2006). 02.02.-37-476:2006. Probni ploschi lisovoporiadni. Metod zakladannia [Trial areas are forested. Method of laying]. Kyiv : Minahropolityky Ukrainy [in Ukrainian].

Stenberg, P., Korhonen, L. & Rautiainen, M. (2008). A relascope for measuring canopy cover. *Canadian Journal of Forest Research*, 38 (9), 2545-2550. doi: <https://doi.org/10.1139/X08-081>.

Storozhuk, T. M. & Druzhynska, N. S. (2018). Orhanizatsiia elektronnoho obliku produktsii

lisovoho hospodarstva derevnoho pokhodzhennia [Organization of electronic accounting of products of forestry of wood origin]. *Ekonomichnyi visnyk*. Ser.: finansy, oblik, opodatkovannia, 2, 206-212. doi: <https://doi.org/10.33244/2617-5932.2.2018.206-212> [in Ukrainian].

Storozhuk, V. (2010). Porivnialnyi analiz lisovoho zakonodavstva Ukrainy ta poviazanykh iz nym pravovykh aktiv na vidpovidnist do zakonodavchoi bazy Yevropeiskoho Soiuzu z pytan staloho upravlinnia lisamy [Comparative analysis of Ukrainian forest legislation and related legal acts for compliance with the European Union legislative framework for sustainable forest management]. Retrieved from [http://fleg1.fleg.org.ua/index.php?id=14&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=34&cHash=529761387b4ea48d73b3b7b2d39c3303](http://fleg1.fleg.org.ua/index.php?id=14&tx_ttnews[tt_news]=34&cHash=529761387b4ea48d73b3b7b2d39c3303) [in Ukrainian].

Vastaranta, M., Latorre, E. G., Luoma, V., Saarinen, N., Holopainen, M. & Hyyppä, J. (2015). Evaluation of a Smartphone App for Forest Sample Plot Measurements. *Forests*, 6, 1179-1194. doi: <https://doi.org/10.3390/f6041179>.