ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У ЛІСОВПОРЯДНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ В УКРАЇНІ

І. П. ЛАКИДА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
<http://orcid.org/0000-0002-1565-8329>, e-mail: ivan.lakyda@nubip.edu.ua

В. О. КУЦКИЙ, слухач магістратури*
e-mail: vadimkytskyi1302@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

На сьогодні безпілотні літальні апарати дедалі ширше застосовують у різних галузях народного господарства, зокрема й у лісовому господарстві. У зв'язку з цим виникає необхідність здійснення нормування та економічного оцінювання цих видів робіт. Технічне нормування праці є важливим етапом впровадження інноваційних підходів, технологій і техніки у всіх сферах суспільного виробництва. Це дослідження має на меті оцінювання економічних показників використання безпілотних літальних апаратів при здійсненні аерофотознімальних польових робіт під час лісовпорядної діяльності. Базовим підприємством було визначено відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Боярська лісова дослідна станція». Базовим технічним засобом у межах цього дослідження слугував безпілотний літальний апарат коптерного типу DJI Phantom 4. На основі даних фотохронометражу робочої зміни оператора квадрокоптера було розраховано раціональний баланс робочого часу зміни, а також нормативні показники продуктивності праці при здійсненні знімальних робіт. Передбачено можливість коригування норми виробітку залежно від загальної відстані переїздів протягом зміни. На основі розроблених нормативів продуктивності праці визначено повну собівартість окреслених робіт, після чого розраховано вартість знімання 1 гектара площі. Здійснено порівняння вартості знімання за допомогою безпілотного літального апарату з вартістю проведення лісовпорядних і лісосертифікаційних робіт. Результати дослідження та їх аналіз дають змогу стверджувати, що за умови забезпечення порівнюваних якісних та кількісних показників отримуваних даних, використання безпілотних літальних апаратів з метою локального уточнення обстановки є менш витратним, порівняно з натурними обстеженнями польовими бригадами.

Ключові слова: квадрокоптер, фотохронометраж, баланс робочого часу зміни, лісовпорядкування.

Актуальність. Впровадження безпілотних літальних апаратів у різноманітні сфери виробничої діяльності людства розпочалося нещодавно, проте вирізняється значною інтенсивністю. Безпілотники застосовують з різною метою: від примітивних ігор дітей і відеозйомок масштабних заходів і до порятунку потопальників на морі та військової розвідки. Ці компактні механізми на сьогодні є добрим доповненням у багатьох галузях:

аграрії використовують дрони для хімічного догляду за посівами та поливу, служби порятунку – для пошуку людей, військові – для розвідки (Anderson & Gaston, 2013). У лісовому господарстві безпілотні літальні апарати теж мають досить широке застосування: картографування, оцінка обсягів пошкоджень від пожеж та шкідників, облік мисливської фауни, спостереження за станом розвитку і збереження новостворених лісових культур чи

* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, доцент І. П. Лакида.

підросту, висів лісового насіння в важкодоступних місцях та багато іншого (Getzin et al., 2014). Ця стаття присвячена дослідженню економічного аспекту використання БПЛА у лісовпорядкуванні.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Безпілотні літальні апарати довгий період були надбанням військових, але останнім часом їх дедалі ширше застосовують у цивільних сферах життя. Прикладом можуть слугувати уряди США, Малайзії та Індонезії, які використовують БПЛА для здійснення моніторингу захисту біологічних видів, наявних на їхній території (Anderson & Gaston, 2013). БПЛА, обладнані тепловізорами, дають можливість виявити людей і тварин на певній території (Merino et al., 2012), наприклад, під час рятувальних робіт, коли люди потрапили у полон пожежі або стали жертвою інших катастроф, а польові загани не можуть зібрати потрібну інформацію через особливі умови й пов'язані з ними ризики (Alotaibi et al., 2019).

Безпілотники з 2010 р. знаходять найрізноманітніше застосування в лісовому господарстві ("Forestry Applications", 2016), зокрема, для боротьби з браконсьрами, ідентифікації пожеж та задимлень, картографування лісів, здійснення лісозахисних та лісовпорядкових робіт, моніторингу і обліку тварин, пошуку та інспектування вирубок, знеліснення і вітровалів; виявлення незаконної забудови, незаконних звалищ (Schiefer et al., 2020). Одним із найсмівливіших рішень щодо використання БПЛА у лісовому господарстві є висівання насіння у важкодоступних місцях. У січні 2019 р. дослідницька група ННІ лісового і садово-паркового господарства здійснила першу апробацію методичних підходів та випробовування можливостей квадрокоптерів для обліку лося на базі Міжрічинського регіонального ландшафтного парку ("How elks", 2019).

Об'єкт досліджень – перспективи використання безпілотних літальних апаратів у лісовому господарстві України.

Предмет дослідження – організаційно-технічні та економічні показники використання БПЛА при здійсненні лісовпорядної діяльності.

Мета дослідження полягає у здійсненні економічного обґрунтування використання БПЛА у лісовпорядкуванні.

Матеріали і методи дослідження – загальнонаукові (аналіз, синтез, порівняння, індукція, дедукція) та специфічні (фотохронометраж, економічний експеримент, статистичний аналіз).

Для технічного нормування праці було використано метод фотохронометражних рядів. Фотохронометраж – комбінований метод спостереження, який поєднує методику проведення фотографії робочої зміни та хронометражу. При цьому для непрямих затрат часу та перерв використовують фотографію (розраховують баланс і раціональну організацію), а для прямих затрат часу – хронометраж, за допомогою якого визначають норми (Senko, 2012). Під час фотохронометражу визначено середні тривалості типових операцій, які оператор квадрокоптера регулярно виконує у своїй повсякденній роботі.

Результати дослідження та їх обговорення. Для найоб'єктивнішого оцінювання роботи літального апарату використано сценарій, який найбільш реалістичний до зйомочних робіт у лісовому господарстві. Він являє собою ситуацію, коли ведеться зйомка на ділянках, які розташовані в різних місцях лісового масиву, і при цьому кількість батарей є лімітованою (стандартний комплект із трьох батарей). Було виділено такі групи операцій: $T_{пз}$ – час початково-заключних робіт; $T_{осн}$ – час основної роботи; $T_{доп}$ – час допоміжної роботи; $T_{орм}$ – час обслуговування робочого місця; $T_{воп}$ – час на відпочинок й особисті потреби; $T_{пзд}$ – втрати часу через порушення трудової дисципліни. Для зручності розрахунків отримані дані наведено в кількісному вираженні (табл. 1).

Можемо стверджувати, що в табл. 1 найбільшу частку в розподілі часу за-

1. Середні показники тривалості операцій у натуральних величинах

Індекс	Спостережний листок № 1	Спостережний листок № 2	Спостережний листок № 3	Середнє значення
$T_{пз}$	20 хв 0 с	20 хв 0 с	20 хв 0 с	20 хв 0 с
$T_{осн}$	191 хв 31 с	196 хв 17 с	199 хв 23 с	195 хв 44 с
$T_{доп}$	67 хв 43 с	69 хв 1 с	77 хв 0 с	71 хв 15 с
$T_{орм}$	8 хв 36 с	9 хв 42 с	8 хв 37 с	8 хв 58 с
$T_{воп}$	25 хв 0 с	25 хв 0 с	25 хв 0 с	25 хв 0 с
$T_{пгд}$	5 хв 0 с	5 хв 0 с	5 хв 0 с	5 хв 0 с
Разом	317 хв 50 с	325 хв 0 с	335 хв 0 с	325 хв 57 с

ймають $T_{осн}$ і $T_{доп}$, тобто операція «Зйомка» та комплекс допоміжних операцій, які циклічно повторюються. Пояснити це можна тим, що середня тривалість операції «Зйомка» – 22 хв, а комплекс допоміжних операцій – близько 9 хв.

Приведення фактичної тривалості зміни до нормальної, що складає при 8-годинній робочій зміні 480 хв, здійснюється для сумісного наступного оброблення спостережних листків. Для встановлення часу підготовчо-заклучної роботи за нормальної тривалості керуємось тим, що цей елемент виконується на початку і наприкінці зміни і майже не залежить від того, скільки часу працюватиме обладнання. Тому вважають, що нормальна тривалість цього елемента дорівнює фактичній.

Визначення нормальної тривалості решти елементів зміни здійснено за допомогою коригуючого (перевідного) коефіцієнта. Розраховано нормальну тривалість часу основної, допоміжної роботи, обслуговування робочого місця, відпочинку, власних потреб.

Отже, нормальна тривалість зміни для наступних видів робіт має такий вигляд (табл. 2):

2. Нормальна тривалість зміни

Індекс	Час
$T_{пз}$	20 хв 0 с
$T_{осн}$	295 хв 55 с
$T_{доп}$	107 хв 43 с
$T_{орм}$	13 хв 34 с
$T_{воп}$	37 хв 48 с

Констатуємо, що після приведення тривалості зміни до нормальної час операцій прямо пропорційно збільшився, за винятком $T_{пз}$ та $T_{пгд}$. Подальше оброблення даних фотохронометражу полягає у визначенні стійкості і доброякісності хронометражних рядів. Визначенню цих показників передують усунення нетипових значень. Отримані дані свідчать про правильну методику проведення досліджень.

Стійкість визначено як відношення максимальної величини часу (t) до мінімальної, отримане значення звіряють з його допустимою величиною. Коефіцієнти стійкості фотохронорядів залежать від тривалості елементів робочого часу та виду робіт. Доброякісність обчислено за допомогою середнього арифметичного значення тривалості елемента ($\bar{t}$), середнього квадратичного відхилення (σ) і помилки середнього значення (m) (табл. 3).

Величина помилки середнього значення значно менша, ніж 20 % середньоарифметичної величини часу основної та допоміжної роботи, отже, фотохронометражні ряди є доброякісними (Yakovlev et al., 2016).

Наступним кроком є проектування раціонального балансу зміни на основі середньоарифметичного нормального (табл. 4). Розраховано значення елементів витрат робочого часу спостережних листів, підсумовуючи загальний час кожного із елементів. Час нерегламентованих перерв ($T_{пгд}$) у раціональному балансі не передбачено.

3. Показники доброякісності

Показник	Спостережний лист № 1		Спостережний лист № 2		Спостережний лист № 3	
	Основна робота	Допоміжна робота	Основна робота	Допоміжна робота	Основна робота	Допоміжна робота
Середнє арифметичне значення тривалості елемента, хв	21,28	7,52	4,36	8,63	22,15	9,63
Середнє квадратичне відхилення	1,28	1,51	0,91	0,87	0,94	0,91
Помилка середнього значення	0,43	0,50	0,30	0,31	0,31	0,32

4. Зведення фактичних витрат робочого часу при зйомці та проектування раціонального балансу зміни

Індекс	Спостережний листок № 1	Спостережний листок № 2	Спостережний листок № 3	Середньо-арифметичні значення	Проектований баланс зміни	
					хв	%
T _{пз}	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	4
T _{осн}	191,52	196,28	199,38	195,73	299,17	62
T _{доп}	67,72	69,02	77,00	71,25	108,91	23
T _{орм}	8,60	9,70	8,62	8,97	13,71	3
T _{воп}	25,00	25,00	25,00	25,00	38,21	8
T _{пгд}	5,00	5,00	5,00	5,00	-	-
Разом:	317,84	325,00	335,00	325,95	480	100

Проаналізувавши табл. 4, можна зробити висновок, що час підготовчо-заключних робіт залишився незмінним, адже ці операції постійно виконують перед початком та після закінчення робіт. Втрати часу через порушення трудової дисципліни усунено для нормалізації та підвищення продуктивності зміни. Частка часу основної та допоміжної роботи залишилась такою самою, 62 % і 23 % відповідно, що вказує на високий рівень продуктивності праці.

Норму виробітку у ділянках, які опрацьовуються за зміну, визначено як відношення проектного оперативного часу до середнього оперативного часу за даними оброблення хронометражного ряду:

$$N_{\text{вир}} = \frac{T_{\text{осн}} + T_{\text{доп}}}{t_{\text{осн}} + t_{\text{доп}}} \quad (1)$$

Потрібно наголосити, що норму виробітку у гектарах представлено з

розрахунку середньої площі знімання за 1 виліт у 40 гектарів. Отже, норма виробітку за максимальної продуктивності на зйомках квадрокоптером становить 13,45 ділянки за зміну, або 538 га.

Проведемо коригування норми виробітку на відстань переїзду. Для цього пропонують здійснювати перерахунок залежно від загальної відстані переїздів (табл. 5). За фотохронометражними листами середній час, що витрачається на переїзди, становить – 154,06 хв. Середня швидкість автомобіля у реальних умовах дорівнювала 21 км·год⁻¹, а темп становив 2,86 хв·км⁻¹.

Проаналізувавши табл. 5, можна помітити логічну закономірність, що зі збільшенням загальної відстані переїздів за зміну коригувальний коефіцієнт зменшується, тобто продуктивність праці зменшується.

5. Коригувальний коефіцієнт на відстань переїздів

Загальна відстань переїздів за зміну, км	Коригувальний коефіцієнт	Середина класу відстані
0–5	0,99	2,5
5–10	0,96	7,5
10–15	0,93	12,5
15–20	0,90	17,5
20–25	0,87	22,5
25–30	0,84	27,5
30–35	0,81	32,5
35–40	0,78	37,5
40–45	0,75	42,5
45–50	0,72	47,5
50–55	0,69	52,5
55–60	0,66	57,5
60–65	0,63	62,5
65–70	0,60	67,5
70–75	0,57	72,5
75–80	0,54	77,5
80–85	0,51	82,5
85–90	0,48	87,5
90–95	0,45	92,5
95–100	0,42	97,5

Отже, пройдена відстань становила:

$$\frac{154,06}{60} \times 21 = 53,9 \text{ км.} \quad (2)$$

Тоді скоригована норма виробітку дорівнюватиме:

$$H_{\text{вир}} = 13,45 \times 0,69 = 9,28 \text{ діл.} \quad (3)$$

$$H_{\text{вир}} = 9,28 \times 40,0 = 371,2 \text{ га.} \quad (4)$$

Отже, скоригована норма виробітку на зйомках квадрокоптером становитиме 9,28 діл., або 371,2 га.

Для розрахунку заробітної плати оператора БПЛА його працю прирівняно до посади провідного інженера-технолога через їхню спорідненість. Тому, згідно з Додатком 4 чинної галузевої угоди «Мінімальні коефіцієнти співвідношень посадових окладів керівників, професіоналів та фахівців Українського державного проектного лісовпорядного виробничого

об'єднання до місячної тарифної ставки робітника I розряду на лісокультурних (лісогосподарських) роботах» ("Industrial agreement", 2016) використано коефіцієнт співвідношення 2,62.

Згідно з наведеними даними, відрядна розцінка дорівнюватиме 39,16 грн·діл.⁻¹, що в перерахунку на 1 га становитиме 0,98 грн·га⁻¹. За визначеної норми виробітку заробітна плата становитиме 526,72 грн за зміну.

Амортизаційні відрахування розраховано на 10 років прямолінійним методом, для розміру вартості, що амортизується, – 56 070 грн. Щорічні амортизаційні відрахування становлять 5607 грн, щомісячні – 467,25 грн, і, відповідно, щоденні – 22,51 грн.

Вартість сервісних послуг за зміну сягає 43,35 грн, сюди входять запасні частини, які необхідні для нормального функціонування квадрокоптера протягом одного року, а також послуги сторонніх організацій із ремонту. Вартість електроенергії, потрібної для повного заряджання усіх використаних батарей упродовж зміни для максимальної продуктивності, складає 3,92 грн.

Для розрахунку повної собівартості визначено серію показників, серед яких: додаткова заробітна плата, нарахування на заробітну плату, прямі витрати, загальновиробничі витрати, виробнича собівартість та адміністративні витрати. Додаткову заробітну плату обчислено як 10 % основної заробітної плати (згідно з довідковими даними Боярської ЛДС), тому вона дорівнює 52,67 грн·день⁻¹. Нарахування на заробітну плату розраховано як 22 % загального обсягу заробітної плати – 127,47 грн·день⁻¹. Прямі витрати є сумою витрат на основну заробітну плату, додаткову заробітну плату, нарахувань на заробітну плату, амортизаційних відрахувань, вартості енергії на технологічні цілі, вартості запасних частин та вартості сервісу і в підсумку становлять 812,09 грн·день⁻¹.

Загальновиробничі витрати обчислено як 20 % прямих витрат (згідно з довідковими даними, отриманими у ВП НУБіП України «Боярська ЛДС»), вони становлять 162,42 грн·день⁻¹. Виробничу собівартість розраховано як суму прямих і загальновиробничих витрат, вона дорівнюватиме 974,51 грн·день⁻¹. Адміністративні витрати встановлено як частку від прямих витрат у розмірі 15 % (за довідковими даними, отриманими у ВП НУБіП України «Боярська ЛДС»), що дорівнює 121,81 грн·день⁻¹. Повну собівартість визначено як суму виробничої собівартості та адміністративних витрат, яка становить 1096,33 грн·день⁻¹.

Здійснивши розрахунки для знаходження значень показників, зазначених вище, встановлено загальні річні та місячні витрати, шляхом урахування середньої кількості робочих днів та місяців у році. Отже, сукупні витрати протягом місяця становлять 23 022,93 грн·міс.⁻¹, а сукупні річні витрати – 276 275,16 грн·рік⁻¹.

Маючи дані щодо повної собівартості, обчислено вартість зйомки одного гектара квадрокоптером:

$$BZ_k = \frac{пс}{O_b} = \frac{1096,33}{538} = 2,04 \text{ грн} \cdot \text{га}^{-1}, \quad (5)$$

де BZ_k – вартість зйомки одного гектара квадрокоптером, грн·га⁻¹.

Згідно з даними щодо останніх лісовпорядних робіт, які проводили у ВП НУБіП України «Боярська лісова дослідна станція», їхня вартість становила 23,20 грн·га⁻¹ для польових робіт та 10,23 грн·га⁻¹ для камеральних робіт. Базове підприємство також є сертифікованим за схемою FSC, тому вдалося встановити вартість лісосертифікаційних робіт, яка дорівнює 6,84 грн·га⁻¹.

Як можна помітити, зйомка дронам у 5 разів дешевша, аніж комплекс лісовпорядних і сертифікаційних робіт. Потрібно зауважити, що зйомка квадрокоптером не може замінити жоден із цих видів робіт, натомість вона може бути доповненням

до них, а сам БПЛА є високоефективним, багатоцільовим інноваційним інструментом, здатним істотно розширити можливості лісогосподарських підприємств у сфері збирання, оброблення та інтерпретації даних про лісовий фонд.

Висновки і перспективи. В епоху новітніх технологій та автоматизації інновації посідають важливе місце в житті людини, спрощуючи та вдосконалюючи технічну роботу. Лісове господарство не є винятком, у цій галузі теж поступово впроваджують новітні методи роботи та зразки обладнання. Одним із них є застосування безпілотних літальних апаратів у лісовпорядних роботах. За допомогою квадрокоптерів можна оперативно та мобільно здійснювати різноманітні види діяльності, спрямовані на збирання даних і безпосереднє виконання лісогосподарських робіт.

У процесі досліджень проведено технічне нормування праці на основі сформованих фотохронометражних рядів, у результаті яких визначено норму виробітку, яка становить 13,4 ділянки, або 538 га за зміну з можливістю коригування на відстань переїзді. Для розрахунку повної собівартості встановлено прямі, загальновиробничі та адміністративні витрати. Відповідно отримано значення повної собівартості у 1096,33 грн за зміну. Порівняння вартості аерофотознімання за допомогою БПЛА з сукупною вартістю польових і камеральних окомірних вимірювальних робіт, пов'язаних із плануванням лісогосподарського виробництва, на площі 1 га свідчить про істотно менші витрати у разі використанні дрона (2,04 грн·га⁻¹ та 10,18 грн·га⁻¹ відповідно). Подальші дослідження у цій сфері мають спрямовуватися на вирішення питань щодо технічного нормування праці різних видів польових і камеральних робіт на основі БПЛА та комплексу спеціалізованого програмного забезпечення, що дасть можливість підвищити коректність врахування цієї діяльності у витратах лісогосподарських підприємств.

Список літератури

- Anderson, K., & Gaston, K. J. (2013). Light-weight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11 (3), 138–146. <https://doi.org/10.1890/120150>
- Alotaibi, E. T., Alqefari, S. S., & Koubaa, A. (2019). LSAR: Multi-UAV Collaboration for Search and Rescue Missions. *IEEE Access*, 7, 55817–55832. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2912306>
- Getzin, S., Nuske, R. S., & Wiegand, K. (2014). Using Unmanned Aerial Vehicles (UAV) to Quantify Spatial Gap Patterns in Forests. *Remote Sensing*, 6 (8), 6988–7004. <https://doi.org/10.3390/rs6086988>
- Forestry applications of UAVs in Europe. (2016). *A review: International Journal of Remote Sensing*, 38 (8–10). Available at <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01431161.2016.1252477>.
- How elks were counted using a drone. (2019, March 5). BBC News Ukraine. Available at <https://www.bbc.com/ukrainian/media-47456748> [in Ukrainian]
- Industrial agreement between the State Forest Resources Agency and the Trade Union of forestry employees of Ukraine for 2016–2020. (2016). Available at http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?jsessionid=F8963447B55C11E4BE262437F0105001.app1?art_id=174824&cat_id=32888 [in Ukrainian].
- Merino, L., Caballero, F., Martínez-de-Dios, J. R., Maza, I., & Ollero, A. (2012). An Unmanned Aircraft System for Automatic Forest Fire Monitoring and Measurement. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 65 (1), 533–548. <https://doi.org/10.1007/s10846-011-9560-x>
- Senko, Ye. I. (2012). *Organization, planning and management at forestry and landscape-park management enterprises*. Kyiv: Znan-nia. Available at <http://194.44.152.155/elib/local/sk771587.pdf> [in Ukrainian].
- Schiefer, F., Kattenborn, T., Frick, A., Frey, J., Schall, P., Koch, B., & Schmidtlein, S. (2020). Mapping forest tree species in high resolution UAV-based RGB-imagery by means of convolutional neural networks. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 170, 205–215. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.10.015>
- Yakovlev, A. I., Sudarkina, S. P., Larka, M. I., Kobelev, V. M., Hlukhova, S. V., Maistro, R. H., Litvinenko, M. V., Shutko, L. B., Vlasova, H. I., Filipov, V. P., & Litvinova, Yu. S. (2016). *Organization of production*. NTU “KhPI”. Available at <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/28324> [in Ukrainian].

Lakyda, I. P., Kutsyki, V. O. (2020). Economic evaluation of use of unmanned aerial vehicles in Ukraine's forest management planning. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (4), 25–31. <https://doi.org/10.31548/forest2020.04.003>

Today, unmanned aerial vehicles are increasingly used in various sectors of economy, including forestry. Therefore, there is a need for rationing and economic evaluation of these types of activity. Technical standardization of labor is an important stage in the implementation of innovative approaches, technologies, techniques, engineering samples and appliances in all spheres of production. This study serves the purpose of assessing the economic performance of unmanned aerial vehicles at aerial field work during forest management planning activities. The separate unit of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine “Boiarka Forest Research Station” was identified as the base enterprise. The main analyzed means of technics within the scope of this research is the copter type unmanned aerial vehicle DJI Phantom 4. Based on the data of motion and time study of a quadcopter operator's shifts, a rational balance of working time of a shift alongside with the normative indicators of labor productivity during aerial photographing activity were calculated. It is possible to adjust the production rate depending on the total travelled distance during a working shift. On the basis of the developed standards of labor productivity, the full prime cost of carrying out aerial photography on an area of 1 ha has been calculated. A comparison of the cost of carrying out aerial photography by means of an unmanned aerial vehicle with the cost of forest management planning and forest certification fieldwork has also been carried out. The results of the study suggest that provided the comparable qualitative and quantitative indicators of the collected data, the use of unmanned aerial vehicles for local clarification of the situation is less expensive compared to surveys by field teams.

Keywords: quadcopter, motion and time study, balance of shift working time, forest management planning.

Отримано: 2020-10-17