

ЗАСТОСУВАННЯ ОПЕРАТИВНОГО МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ТИПАЖУ ТА КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ МАШИН ДЛЯ ЗАГОТІВЛІ ДЕРЕВИНИ В УМОВАХ ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»

Сало Я.,

<https://orcid.org/0000-0002-1542-0599>, e-mail: yaroslavsalol3@gmail.com

Думич В.,

<https://orcid.org/0000-0002-7813-5437>, e-mail: v.dumich1963@i.ua

Львівська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Мачуга О., д-р техн. наук, проф.,

<https://orcid.org/0000-0002-9151-8854>, e-mail: oleg_mach@ukr.net

Стиранівський О., канд. техн. наук, доц.,

<https://orcid.org/0000-0003-0505-3817>, e-mail: styran@nltu.edu.ua

Шевченко Н., канд. техн. наук, доц.,

<https://orcid.org/0000-0002-4004-891X>, e-mail: shenatalka@ukr.net

Герис М., канд. техн. наук, доц.,

<https://orcid.org/0000-0002-2866-7187>, e-mail: mherys@ukr.net

Національний лісотехнічний університет України

Гром'як Ю., канд.с.-г. наук, доц.,

<https://orcid.org/0000-0002-6867-8120>, e-mail: hromiak-50@ukr.net

Західне міжрегіональне управління лісового та мисливського господарства

Анотація

Мета дослідження – обґрунтування та демонстрація застосування оперативного методу визначення типажу та кількісного складу машин для заготівлі деревини для умов ДП «Ліси України» для зменшення експлуатаційних ризиків та підвищення ефективності.

Матеріали і методи. Досягнення мети дослідження реалізовано шляхом ранжування машин і механізмів, які застосовані у технологічних процесах заготівлі деревини та її первинного транспортування відповідно до природніх умов лісових господарств, які заготовляють деревину.

У роботі уточнено блок-схему процесу визначення типажу машин заготівлі деревини з урахуванням техніко-технологічних і природньо-кліматичних чинників та параметрів територій, на яких планується заготівля деревини. Детально охарактеризовано та класифіковано основні типи машин, які використовуються у заготівлі деревини, та умови їхньої ефективної експлуатації. Особливу увагу приділено поглибленому структуризованому аналізу територій ДП «Ліси України», що дає змогу охарактеризувати умови заготівлі деревини для конкретних офісів, філій або їхніх об'єднань.

Результати. Для умов ДП «Ліси України» загалом установлено такий типаж і кількісний склад машин для заготівлі деревини: 75-80 харвестерів базового класу і близько 95-100 – середнього класу, 270-280 форвардерів вантажністю 14-16 т і 250-260 форвардерів у складі колісного трактора класу тяги 14-20 кН і транспортного причепа вантажністю 10-12 т. Для трелювання деревини від рубок, де заготівля і первинне транспортування проводиться у стовбурах (загальний обсяг – близько 1 млн. м³ щороку), буде потрібно 40-45 колісних скідерів із чокерним технологічним обладнанням потужністю двигуна 120-130 кВт, а для трелювання деревини від рубок на заболоченій місцевості (загальний обсяг – близько 1,09 млн. м³ щорічно) – 45-50 гусеничних скідерів із чокерним технологічним обладнанням. Для первинного транспортування деревини від рубок у гірських лісових масивах (загальний обсяг – близько 1,23 млн. м³ щороку) потрібно 80-85 мобільних підвісних лінтових установок.

Висновки. Зібрано й систематизовано інформацію щодо складу та природніх умов територій,

підпорядкованих офісам ДП «Ліси України», зі структуризацією за конкретними філіями. Охарактеризовано й класифіковано за потужністю і продуктивністю технічні дані основних типів харвестерів і форвардерів без прив'язки до конкретних виробників. Визначено загальну потребу ДП «Ліси України» у харвестерах, форвардерах і деяких інших типах машин і механізмів, що використовуються для заготівлі деревини.

Ключові слова: харвестери та форвардери; природньо-експлуатаційні умови заготівлі деревини; класифікація машин для заготівлі деревини; кількісна потреба в лісових машинах.

Вступ. Європейським Зеленим Курсом для лісової галузі передбачається підвищення ефективності використання ресурсів, збереження ґрунтів, відновлення біорізноманіття та зменшення забруднення [Bowyer, 2008; Екодія, 2023].

Заготівля деревини є найнебезпечнішим видом лісгосподарської діяльності, під час проведення якої виникає низка чинників, що опосередковано чи безпосередньо впливають на лісове середовище. Окрім того, у ході заготівлі деревини виникають травмонебезпечні ситуації з високим рівнем ризику для працівників [CORDIS, 2017]. За статистикою, під час використання ручних бензомоторних пил кожен мільйон заготовленої деревини забирає життя одного лісоруба [Радіонов, 2019; Думич та ін., 2023].

Традиційна технологія заготівлі деревини є низькопродуктивною і вимагає значних затрат фізичної праці. Застосування сучасних систем лісових машин (одного харвестера з форвардером) замінює 4-5 лісозаготівельних бригад — це 20-25 людей [Думич та ін., 2023].

В європейських країнах відбувається динамічне впровадження механізованих технологій заготівлі деревини [Mederski et al., 2016]. Лідером у цьому є Естонія, де понад 95% рубок головного користування та понад 80% операцій проріджування виконують харвестери [Moskalik et al., 2017]. Найнижчий рівень механізації лісозаготівельних процесів спостерігається в Болгарії, Румунії, Словаччині та Україні [Moskalik et al., 2017].

Як стверджують науковці, використання лісозаготівельної техніки нового покоління практично виключає травматизм, механізація операції заготівлі дає змогу бригадам виробляти більший обсяг

деревини з меншими деревними відходами та пошкодженням ґрунту [Фірсон & Бордюгова, 2021; Forest Enterprises, 2021].

На 2023 р. в Україні за традиційними технологіями було заготовлено 82% деревини, а з використанням сучасних механізмів (харвестерів, форвардерів) — лише 18%. Відтак актуальним є перехід на механізований спосіб заготівлі деревини з використанням харвестерів і форвардерів для забезпечення 100% заготівлі лісоматеріалів машинним способом і визначення потреби машин із урахуванням технічної можливості такої заготівлі (породного складу насаджень, рельєфу й умов місцезростання).

Постановка завдання. Зараз в Україні домінує первинне транспортування деревини сортиментами з використанням форвардерів, а в окремих господарствах, зокрема в Карпатському регіоні, застосовується трелювання стовбурами за допомогою скідерів. Заготівля деревини в сортиментах дає змогу повністю машинізувати технологічний процес лісозаготівлі [Стиранівський & Стиранівський 2010].

Залежно від мети виробництва із заготівлі деревини та умов його функціонування ці операції формуються у технологічні процеси [Сюнев та ін., 2011].

Кожен технологічний процес заготівлі деревини базується на власній системі та типах лісових машин. Парк машин, призначених для виконання робіт із заготівлі деревини, повинен бути уніфікованим та узгодженим за технічними й технологічними характеристиками. На вибір типу лісових машин впливає широкий комплекс природно-виробничих умов, характерних для конкретного підприємства (таксаційна характеристика, параметри навколишнього середовища, види та спо-

соби рубок, обсяги заготівлі).

Для оцінювання рельєфу місцевості в лісових регіонах приймається розподіл лісопокритих площ за крутістю схилів на такі групи: ухил 0-15°; ухил 16-20°; ухил 21-25°; ухил понад 26°. За прохідністю лісові ґрунти зазвичай поділяються на чотири категорії: 1) сухі піски та кам'янистий ґрунт; 2) супіщані ґрунти, дрібні суглинки; 3) глинисті ґрунти, супіски з глинистими прошарками; 4) торф'яно-болотні, перегнійно-глейові ґрунти.

Науковці стверджують, що рух звичайних лісових машин можливий на ухилах до 15° на ґрунтах 1 і 2 категорії, у суху погоду — на ухилах до 20° та на ґрунтах 3 категорії. На ухилах вище 20° і на заболоченій місцевості потрібне використання спеціальних (болотохідних, крутосхилових) лісових машин.

Далі розглянемо лише лісові машини в нормальних експлуатаційних умовах — харвестери й машини для первинного транспортування деревини.

Харвестери відповідно до маси й діаметру оброблюваного дерева поділяють на такі групи: малого класу — з потужністю двигуна понад 80 кВт, здатні звалювати дерева з діаметром стовбура 5-40 см; середнього класу — з потужністю двигуна 120-140 кВт, здатні звалювати дерева з діаметром стовбура до 50 см; базового класу (найбільш поширені, універсальні щодо застосування на різних видах рубок) — з потужністю двигуна 140-160 кВт, здатні звалювати дерева з діаметром стовбура до 60 см; важкого класу — з потужністю двигуна 160-220 кВт, здатні звалювати дерева з діаметром стовбура до 100 см і більше [Усیتالло, 2004].

Машини для первинного транспортування деревини залежно від виду переміщуваної деревини та ухилів, на яких вони застосовуються, поділяються на форвардери, скідери та підвісні лінвові установки.

За характеристикою рельєфу умови застосування форвардерів і скідерів такі ж, як і харвестерів: на ухилі до 15° можлива робота протягом усього року, на ухилі до 20° можлива робота у суху погоду.

Майже всі моделі форвардерів можуть використовуватися на різних видах рубок, тобто є універсальними. Водночас їх можна розділити на 5 класів за вантажопідйомністю — 3-8 т; 8 т; 10 т; 14 т; 14-17 т [Сюнев та ін., 2011].

На практиці застосовуються малогабаритні форвардери на базі колісних тракторів сільськогосподарського чи загального призначення у комплекті зі спеціалізованим активним або неактивним лісотранспортним причепом вантажністю 10-12 т.

В умовах України найбільш розповсюджені скідери з чокерним технологічним обладнанням. Щодо підвісних лінвових установок зазначимо, що це мобільні короткодистанційні причіпні установки на базі колісних тракторів. Такі машини детально охарактеризовано в [Сало & Думич, 2022].

Методи і матеріали. Аналіз природних чинників, що найбільше впливають на ефективність роботи парку машин для заготівлі деревини, дав змогу виокремити такі (у порядку значущості): рельєф місцевості; ґрунтово-гідрологічні умови; середній об'єм стовбура; ліквідний запас дерев на 1 га; породний склад насаджень.

Аналіз методів вибору машин для заготівлі деревини дав змогу розділити їх на три групи [Styranivskyj et al., 2019].

1. Нормативні методи, за якими потреба у техніці визначається нормативним завантаженням машин. Ці методи є наближеними і можуть застосовуватися для розрахунку потреби в техніці та визначенні перспективної структури парку машин для регіону чи країни загалом.

2. Оперативні методи, за якими потреба в техніці і структура систем машин визначаються технічною політикою підприємства. Їм властиві простота використання, наочність та оперативність ухвалення рішення. Хоча вони й наближають парк машин до оптимальної структури, однак не забезпечують економічно раціонального рішення. Застосування таких методів можливе за оперативного управління, коли виникає необхідність визначення структури системи машин для за-

готівлі деревини в природно-виробничих умовах конкретного підприємства.

3. Точні розрахункові методи з аналізом варіантів і вибором оптимального рішення.

Ефективність використання засобів транспортування деревини для заданих умов оцінюється багатьма критеріями [Owende et al., 2002]: економічними, екологічними, технічними, конструктивними, технологічними, експлуатаційними, лісівничими або комплексними (груповими) критеріями — техніко-експлуатаційними та лісівничо-екологічними [Борис та ін., 2012; 2013].

Техніко-експлуатаційні показники: продуктивність ($\text{м}^3/\text{зм}$), тягово-швидкісні властивості, паливна економічність, гальмові властивості, прохідність, плавність ходу, маневреність, стійкість і керованість, надійність та ергономічність.

Лісівничо-екологічні показники: пошкодження, знищення та видові зміни рослинності, збереженням підросту, вплив на ґрунти (зміна їхньої щільності, пористості, коефіцієнта фільтрації тощо); вплив на деревостани (пошкодження кореневої системи, розрив та обдирання кори погіршують умови сокоруху).

Правильний вибір типу і параметрів лісової машини повинен забезпечити ріст техніко-експлуатаційних показників (ТЕП) з одночасною мінімізацією лісівничо-екологічних показників (ЛЕП).

На основі результатів аналізу критеріїв

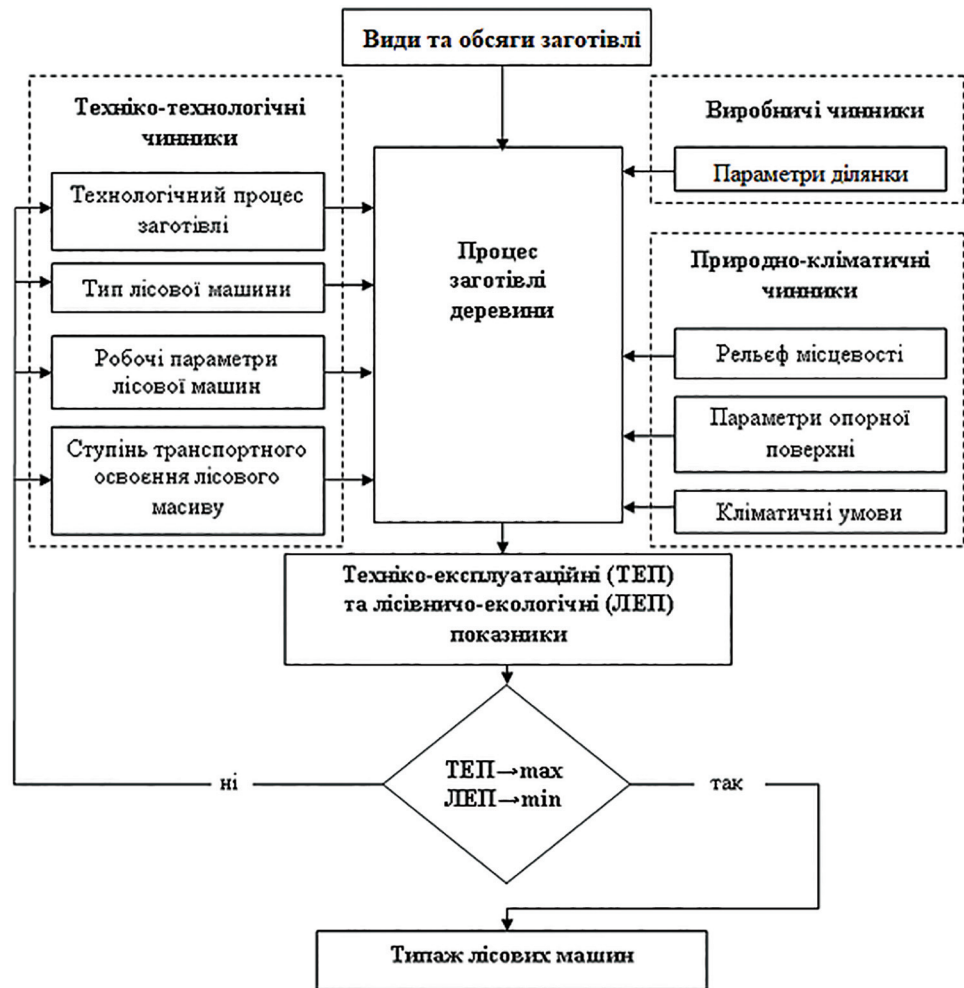


Рисунок 1 – Блок-схема вибору типу лісових машин

оцінки ефективності роботи блок-схему вибору типу і параметрів лісової машини подано на рисунку 1.

Результати. Загальна площа лісових ділянок, що належать лісовому фонду ДСГП «Ліси України», становить 6,4 млн. га. Це здебільшого рівнинна і горбиста місцевість — 82%, гірські лісові масиви і заболочені ділянки становлять відповідно 10 і 9%. Структура й характеристики природних та експлуатаційних умов за офісами та філіями подано в таблиці 1.

Наведена деталізація територій окремих офісів потрібна для встановлення типу лісових машин та їхнього кількісного складу у ході докорінної модернізації процесів заготівлі деревини з переходом на машинні методи зазначених виробничих процесів.

Ліси ДСГП «Ліси України» сформовані понад 30 видами деревних порід, серед

Таблиця 1 – Характеристика природних та експлуатаційних умов ДП «Ліси України»

Показник	Лісовий офіс ДП «Ліси України»						
	Північний лісовий офіс	Центральний лісовий офіс	Столичний лісовий офіс	Подільський лісовий офіс	Поліський лісовий офіс	Карпатський лісовий офіс	Слобожанський лісовий офіс
Кількість філій, шт.	13	17	24	16	19	36	8
Площа, га, всього, у тому числі:	1024005	590915	1129109	593033	1313952	1347034	383480
- рівнинні та горбисті ділянки	957264	562341	981062	514690	1091220	761274	353812
- гірські ухил понад 20 градусів	2417	20192	0	75793	0	537367	1155
- заболочені	64324	8382	185669	2550	222732	48235	30034
Переважаюча порода дерев	Сосна звич., Дуб звич Тв.листяні	Сосна звич. Дуб звич Тв.листяні Ясен звич. Клен звич. Граб звич. Липа	Сосна звич. Дуб звич	Сосна звич. Дуб звич Ялиця євр. Бук лісовий Ялина євр. Граб звич.	Сосна звич.	Дуб звич Ялиця євр. Бук лісовий Ялина євр. Граб звич. Смерека Модрина Береза Осика Вільха	Сосна звич. Дуб звич
Обсяг заготівлі, м³, всього, в тому числі:	1653756	1352910	2950848	1169801	2347044	2469202	460806
- за способом заготівлі:							
• суцільні рубки	1234013	566668	1835059	495539	1510045	1127695	224417
• вибіркові рубки	419743	786242	1115789	674262	836999	1341507	199680
- за способом підвезення:							
• сортиментний	1647549	1352910	2797551	949021	2170044	2013976	275751
• стовбурний	2950	0	153297	220780	177000	455226	0
Середній обсяг стовбура, м³	0,56	0,53	0,36	0,61	0,3	0,8	0,48
Щільність дорожньої мережі, км/1000 га: по філіях	0,9-50,0	0-3,0	0,9-15,7	0,18-45,0	0,63-2,6	0,5-7,6	0,003-45,0
- середня	13,4	1,5	6,6	15,6	1,5	5,6	16,1

яких домінують сосна (*Pinus silvestris*), дуб (*Quercus robur*), бук (*Fagus silvatica*), ялина (*Picea abies*), береза (*Betula pendula*), вільха (*Alnus glutinosa*), ясен (*Fraxinus excelsior*), граб (*Carpinus betulus*), ялиця (*Abies alba*). Хвойні насадження займають 43% загальної площі, зокрема сосна — 35%. Твердолистяні насадження становлять 43%, зокрема, дуб і бук — 37%.

Загальний обсяг заготівлі деревини у 2022 р. становив 12,4 млн. м³, у т. ч. від суцільних рубок головного користування — близько 7 млн. м³ та від вибіркового рубок — близько 5,4 млн. м³. Середній обсяг стовбура заготовлюваної деревини становить близько 0,3-0,7 м³. Менші значення середнього обсягу стовбура характерні для вибіркового рубок, а більші — для суцільних рубок головного користування. За способом підвезення домінує первинне транспортування деревини у сортиментах (91%). У хвойних насадженнях заготовлюється близько 9,8 млн. м³, з них від суцільних рубок — понад 5,9 млн. м³ та від вибіркового рубок — понад 3,8 млн. м³. У ході лісозаготівлі в хвойних насадженнях також домінує первинне транспортування деревини в сортиментах (90%).

На основі наведеного в роботі алгоритму вибору типу лісових машин і використовуючи оперативні методи обґрунтування кількісної потреби таких машин, встановлено, що відповідно до технічної політики лісгосподарських підприємств для заготівлі деревини безпосередньо на території вибіркового або суцільних рубок переважає комбінована звалювально-сучкорізно-кряжувальна машина харвестера, а для первинного транспортування деревини залежно від умов експлуатування — форвардер, скідер або підвісна лінвова установка.

Природно-експлуатаційні умови використання звичайних, не пристосованих до роботи в складних ґрунтових або рельєфних умовах харвестерів обмежені рівнинною чи горбистою місцевістю з ухилом до 16° (у суху погоду — до 20°) і хвойними насадженнями, утвореними деревами з середнім діаметром стовбура до 60 см. У цих природно-експлуатаційних умовах заготовлюється щорічно понад 8 млн. м³ деревини (64,5% від загального обсягу), у т. ч. від суцільних рубок — 5,1 млн. м³ і від вибіркового рубок — 2,9 млн. м³.

Для визначення кількості лісових машин потрібно визначити їхню прогнозовану продуктивність, яка розраховується на основі напрацювання за зміну або фактичних даних, отриманих на інших підприємствах.

Продуктивність заготівельних машин істотно залежить від умов їхньої роботи і застосованої технології виконання робіт, тому опублікованих офіційних даних дуже мало. У роботах [Герасимов и др., 2009; Vaatainen et al., 2007] наведено усереднені дані годинної продуктивності базових харвестера і форвардера в усереднених умовах експлуатування Фінляндії (таблиця 2). Базовий харвестер — машина масою 16-17 т, потужність двигуна — 140-160 кВт, вантажний момент — 180 кНм. Базовий форвардер — машина масою 15-16 т, вантажність — 14 т, потужність двигуна — 120-130 кВт, вантажний момент — 100 кНм.

Лісові машини здебільшого працюють у дві зміни, а рівень технічного використання машин становить для харвестерів 0,75-0,85, для форвардерів — 0,8-0,9. Рівень використання машини зменшується переїздами з однієї ділянки на іншу, простоювання через умови роботи, технічне обслуговування і ремонт.

Таблиця 2 – Змінна продуктивність лісових машин у Фінляндії

Технологічна операція	Вибіркова рубка, м ³ /зм	Суцільна рубка, м ³ /зм
Звалювання харвестером	50-100	120-220
Трелювання форвардером	80-100	100-200

Враховуючи те, що в Україні все ще жоден із виробників машин для заготівлі деревини не налагодив мережі сервісних центрів із обслуговування і ремонту своїх машин, слід очікувати, що коефіцієнт технічного використання буде нижчим.

Якщо виходити з середніх значень прогнозованої продуктивності і мінімальних значень показників технічного використання машин за умови їхньої двозмінної роботи для освоєння деревинного фонду хвойних насаджень у рівнинній і горбистій місцевості обсягом 5,0 млн. м³ (суцільні рубки) і 2,9 млн. м³ (вибіркові рубки), у найближчі роки в Україні буде потрібно близько 75-80 харвестерів базового класу і близько 95-100 — середнього класу.

Щодо форвардерів у роботі [Стирнівський, 2019] наведено значення експлуатаційної продуктивності форвардера «АМКОДОР 2662-01» у ході роботи в умовах ДП «Бродівське лісове господарство» в межах 5,1-6,4 м³/год. і вказана на 10-15% нижча продуктивність форвардера на базі трактора «МТЗ 892» з транспортним причепом «RDM-12 4WD».

Якщо прийняти прогнозовану продуктивність форвардерів на суцільних рубках 45 м³/зм, а на вибіркових — близько 38 м³/зм за умови їхньої двозмінної роботи для освоєння лісосічного фонду на рівнинній і горбистій місцевості обсягом 6,3 млн. м³ (суцільні рубки) і 4,86 млн. м³ (вибіркові рубки), потрібно 270-280 форвардерів вантажністю 14-16 т і 250-260 форвардерів у складі колісного трактора класу тяги 14-20 кН і транспортного причепа вантажністю 10-12 т. Для трелювання деревини від рубок, де заготівля і первинне транспортування проводиться у стовбурах (загальний обсяг — близько 1 млн. м³ щорічно) буде потрібно 40-45 колісних скідерів із чокерним технологічним обладнанням потужністю двигуна 120-130 кВт, а для трелювання деревини від рубок на заболоченій місцевості (загальний обсяг — близько 1,09 млн. м³ щороку) — 45-50 гусеничних скідерів із чокерним технологічним обладнанням.

Для первинного транспортування деревини від рубок у гірських лісових масивах (загальний обсяг — близько 1,23 млн. м³ щорічно) потрібно буде 80-85 мобільних підвісних лінтових установок (прогнозована продуктивність — 25-30 м³/зм).

Прогнозовані величини кількості лісових машин мають орієнтований характер, оскільки визначені за оперативними методами. Для отримання більш точних значень слід виконати обґрунтування кількості машин за розрахунковими методами з аналізом варіантів типажу і систем машин для заготівлі деревини та кінцевим вибором оптимального рішення.

Обговорення. Розвинутий підхід до встановлення раціонального типажу та кількісного складу сучасних машин для заготівлі деревини, зокрема харвестерів, форвардерів, підвісних лінтових систем базується на застосуванні науково обґрунтованого оперативного методу. В основі цього методу — докладне співставлення виробничої продуктивності машин для заготівлі деревини з наявними деревинними ресурсами з урахуванням геоморфологічних, кліматичних, економічних та інших характеристик лісових масивів, визначених для заготівлі деревини. Цей підхід подібний до методів оцінювання господарювання в лісових масивах, характерних для країн Центральної Європи. Це охарактеризовано у вищезазначених матеріалах, зокрема стосовно країн Скандинавії [Сюнев та ін., 2011], Польщі [Stańczykiewicz, 2020], Словаччини та Чехії [Findura & Prístavka, 2023] тощо. Однак отримані в цій роботі результати та розроблена методологія мають значно ширший характер і можуть використовуватися як в Україні, так і на схожих територіях інших держав. У випадку глибшого зацікавлення запропонованим підходом його можна вдосконалити й застосовувати в умовах конкретних господарств.

Висновки. Авторами охарактеризовано сучасний стан механізації лісового господарства України, зокрема зафіксовано надзвичайно низький рівень використання сучасних машин для заготівлі деревини.

ни — харвестерів і форвардерів. Подано блок-схему алгоритму оперативного методу визначення типажу та кількісного складу машин для заготівлі деревини з метою ранжування сучасних машин відповідно до особливостей лісових масивів, визначених для заготівлі деревини. Зібрано й систематизовано інформацію щодо складу та природних умов територій, підпорядкованих офісам ДП «Ліси України» зі структуризацією за конкретними філіями. Охарактеризовано та класифіковано за потужністю й продуктивністю технічні дані основних типів харвестерів і форвардерів без прив'язки до конкретних виробників.

З використанням оперативного методу визначено загальну потребу ДП «Ліси України» у харвестерах, форвардерах і деяких інших типах машин і механізмів, використовуваних для заготівлі деревини. Отримані дані можна використовувати як приклад ранжування машин заготівлі деревини відповідно до особливостей підібраних для технічного переоснащення підприємств, що спеціалізуються на заготівлі деревини.

Викладені дані є надзвичайно важливими для перспективного обґрунтування кількісного складу та типажу машин для заготівлі деревини для конкретних господарств або їхніх об'єднань.

Перелік літератури

Борис, М. М., Герис, М. І., Громяк, Ю. О. (2012). Обґрунтування параметрів багатоопераційних колісних лісових машин та їх місце в технологічному процесі. Вісник ХНТУСГ: Системотехніка і технології лісового комплексу.. Харків: ХНТУСГ. 123. 27-34.

Борис, М. М., Герис, М. І., Шевченко, Н. В., Громяк, Ю. О. (2013). Методика визначення ефективності роботи багатоопераційних колісних лісових машин. Вісник ХНТУСГ: Інноваційні технології деревообробної промисловості та механізації процесів у лісовому комплексі. Харків: ХНТУСГ. 143. 178-183.

Герасимов, Ю. Ю., Сибиряков, К. Н., Мошков, С. Л., Вьялькю, Э., & Карви-

нен, С. (2009). Расчет эксплуатационных затрат лесосечных машин. Йоэнсуу: НИИ леса Финляндии METLA. 44 с.

Думич, В., Борис, М., Стиранівський, О., & Герис, М. (2023). Передумови впровадження механізованого способу заготівлі лісоматеріалів в Україні. Наукові доповіді XXIII Міжнародної наукової конференції “Науково-технічні засади розроблення, випробування та прогнозування сільськогосподарської техніки і технологій”. Дослідницьке, Україна: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. С. 85-91.

Екодія (2023). Європейський Зелений Курс. URL: <https://ecoaction.org.ua/ievropejskyj-zelenyj-kurs.html>

Радіонов, М.О. (2019). Організація державного нагляду у лісовому господарстві з урахуванням ймовірності виникнення непередбачуваних подій і очікуваної тяжкості шкоди. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, 2., 101-109. <http://dx.doi.org/10.30929/1995-0519.2019.2.101-109>

Сало, Я. М., Думич, В. В. (2022). Дослідження ринку та прогноз технічного забезпечення АПК машинами та обладнанням для лісового господарства. (№ ДР 0123U100938). Магерів: Львівська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.

Стиранівський, О. А. (2019). Розроблення рекомендацій щодо типу та техніко-експлуатаційних параметрів машин для первинного транспортування деревини з урахуванням впливу на лісове середовище в умовах ДП “Бродівське ЛГ” (№ ГД 08.15-03-18). Львів: НЛТУ України.

Стиранівський, О. А., Стиранівський, Ю. О. (2010). Природоохоронні засади транспортного освоєння гірських лісових територій: монографія. Львів: РВВ НЛТУ України. 208 с.

Сюнев, В. С., Селиверстов, А. А., Герасимов, Ю. Ю., & Соколов, А. П. (2011). Лесосечные машины в фокусе биоэнергетики: конструкции, проектирование, расчет: Учеб. пособие. Йоэнсуу: НИИ леса Финляндии METLA, 143.

Ууситало, Й. (2004). Основы лесной технологии: учебник. Forest and

Environment Group Ltd. Йоэнсуу. 228 с.

Фірсов, Д., Бордюгова, О. (2021). Інновації у лісовому господарстві. Матеріали конференцій Молодіжної наукової ліги. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/liga/article/view/12379>

Bowyer, J. L. (2008). The green movement and the forest products industry. *Forest Products Journal*, 58(7/8), 6.

CORDIS (2017). The novel wood-harvesting system for mechanical steep-slope logging. URL: <https://cordis.europa.eu/project/id/790993>

Findura, P & Pnštavka, M (2023). Reduction of chemical loading and degradation of agricultural and forest soils by choosing appropriate agrotechnologies with regard to climate change. DOI: 10.15414/2023.9788055226989

Forest Enterprises (2021). Mechanized harvesting – more timber, less waste, and safer. URL: <https://www.forestenterprises.co.nz/mechanised-harvesting>

Mederski, P. S., Karaszewski, Z., Rosińska, M., & Bembenek, M. (2016). Dynamics of harvester fleet change in Poland and factors determining machine occurrence. *Sylvan*, 160(10), 795-804. <https://doi.org/10.26202/sylvan.2016030>

Moskalik, T., Borz, S. A., Dvořák, J., Ferencik, M., Glushkov, S., Muiste, P., & Styranivsky, O. (2017). Timber harvesting methods in Eastern European countries: A review. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 38(2), 231-241.

Owende P.M.O., Lyons, J., Haarlaa, R., Peltola, A., Spinells, R., Molano, J., Ward, S.M. (2002). Operations Protocol for Eco-efficient Wood Harvesting on Sensitive Sites. Project ECOWOOD, Contract No. QLK5-1999-00991.

Stańczykiewicz, A. (2020). Zastosowanie rejestratoryw w badaniach efektywności technologii pozyskiwania drewna i ich wpływu na środowisko leśne. Nowoczesne technologie i inżynieria w zrownowazonym użytkowaniu lasu. Krakow. Польша: Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. S.81

Styranivskyj, O., Herys, M., Shchupak, A. (2019). Methodological basis of choosing type and technical-operational parameters of machine for timber primary transportation. *Mobilnŷ energetickŷ prostredky: Vedeckŷ recenzovanŷ zbornik*. Technicka univerzita vo Zvolene, 233-240.

Vätäinen, K., Liiri, H., Asikainen, A., Sikanen, L., Jylhä, P., Rieppo K., Nuutinen, Y. & Ala-Fossi, A. (2007). Korjureiden ja korjuuketjun simulointiainespun korjuussa. *Metlan työraportteja* 48. 2007. 78 с.

References

Borys, M. M., Gerys, M. I., Gromyak, Yu. O. (2012). Justification of the parameters of multi-operational wheeled forest machines and their place in the technological process. *Bulletin of KhNTUA: System engineering and technologies of the forest complex*. Kharkiv: KhNTUA. 123. 27-34.

Borys, M. M., Gerys, M. I., Shevchenko, N. V., Gromyak, Yu. O. (2013). Methodology for determining the efficiency of multi-operational wheeled forest machines. *Bulletin of KhNTUA: Innovative technologies of the woodworking industry and mechanization of processes in the forest complex*. Kharkiv: KhNTUA. 143. 178-183.

Bowyer, J. L. (2008). The green movement and the forest products industry. *Forest Products Journal*, 58(7/8), 6.

CORDIS (2017). The novel wood-harvesting system for mechanical steep-slope logging. URL: <https://cordis.europa.eu/project/id/790993>

Dumych, V., Borys, M., Styranivskyi, O., & Gerys, M. (2023). Prerequisites for the introduction of mechanized timber harvesting in Ukraine. Scientific reports of the XXIII International scientific conference «Scientific and technical principles of development, testing and forecasting of agricultural machinery and technologies». Doslydnitske, Ukraine: L. Pohorilly UkrNDIPVT. P. 85-91.

Ecodia (2023). European Green Course. URL: <https://ecoaction.org.ua/ievropejskyj-zelenyj-kurs.html>

Findura, P & Pnštavka, M (2023). Reduction of chemical loading and degradation of

agricultural and forest soils by choosing appropriate agrotechnologies with regard to climate change. Peer-reviewed proceedings of scientific papers for VEGA Grant no. 1/0102/21. DOI: 10.15414/2023.9788055226989

Firsov, D., Bordyugova, O. (2021). Innovations in forestry. Conference materials of the Youth Scientific League. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/liga/article/view/12379>

Forest Enterprises (2021). Mechanized harvesting – more timber, less waste, and safer. URL: <https://www.forestenterprises.co.nz/mechanised-harvesting>

Gerasimov, Yu. Yu., Sibiryakov, K. N., Moshkov, S. L., Vdtkyu, E., & Karvinen, S. (2009). Calculation of operating costs of logging machines. Joensuu: Finnish Forest Research Institute METLA. 44 pp.

Mederski, P. S., Karaszewski, Z., Rosińska, M., & Bembenek, M. (2016). Dynamics of harvester fleet change in Poland and factors determining machine occurrence. Sylwan, 160(10), 795-804. <https://doi.org/10.26202/sylwan.2016030>

Moskalik, T., Borz, S. A., Dvořák, J., Ferencik, M., Glushkov, S., Muiste, P., & Styranivsky, O. (2017). Timber harvesting methods in Eastern European countries: A review. Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering, 38(2), 231-241.

Owende P.M.O., Lyons, J., Haarlaa, R., Peltola, A., Spinells, R., Molano, J., Ward, S.M. (2002). Operations Protocol for Eco-efficient Wood Harvesting on Sensitive Sites. Project ECOWOOD, Contract No. QLK5-1999-00991.

Radionov, M. O. (2019). Organization of state supervision in forestry, taking into account the probability of occurrence of unforeseen events and the expected severity of damage. Bulletin of Mykhailo Ostrogradsky Kremenichug National University, 2., 101-109. <http://dx.doi.org/10.30929/1995-0519.2019.2.101-109>

Salo, Y. M., Dumych, V. V. (2022). Market research and forecast of technical support of agricultural industry with machines and equipment for forestry. (No. DR

0123U100938). Mageriv: Lviv branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT.

Stańczykiewicz, A. (2020). The use of recorders in research on the effectiveness of wood harvesting technologies and their impact on the forest environment. Modern technologies and engineering in sustainable forest use. Cracow. Польша: University of Agriculture in Krakow. P.81

Styranivskyi, O. A. (2019). Development of recommendations on the type and technical and operational parameters of machines for the primary transportation of wood, taking into account the impact on the forest environment in the conditions of the SE «Brodivske LG». (No. GD 08.15-03-18). Lviv: NLTU of Ukraine

Styranivskyi, O. A., Styranivskyi, Yu. O. (2010). Nature protection principles of transport development of mountain forest territories: monograph. Lviv. 208 p.

Styranivskyj, O., Herys, M., Shchupak, A. (2019). Methodological basis of choosing type and technical-operational parameters of machine for timber primary transportation. Mobilnïy energetickïy prostredky: Vedeckë recenzovanë zbornik. Technicka univerzita vo Zvolene, 233-240.

Syunev, V. S., Selyverstov, A. A., Gerasimov, Yu. Yu., Sokolov, A. P. (2011). Logging machines are the focus of bioenergy. Joensuu: Finnish Forest Research Institute METLA. 143 p.

Uusitalo, J. (2004). Basics of forest technology. Forest and Environment Group Ltd. Joensuu. 228 p.

Väätäinen, K., Liiri, H., Asikainen, A., Sikanen, L., Jylhä, P., Rieppo K., Nuutinen, Y. & Ala-Fossi, A. (2007). Korjureiden ja korjuuketjun simulointiainespun korjuussa. Metlan työraportteja 48. 2007. 78 s.

UDC 630*377.4:531.6

APPLICATION OF THE OPERATIONAL METHOD OF DETERMINING THE TYPE AND QUANTITY OF WOOD HARVESTING MACHINES IN THE CONDITIONS OF SE «FORESTS OF UKRAINE»

Salo Ya., <https://orcid.org/0000-0002-1542-0599>, e-mail: yaroslavsalo13@gmail.com

Dumych V., <https://orcid.org/0000-0002-7813-5437>, e-mail: v.dumich1963@i.ua

Lviv branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT

Machuga O., Dr. eng. sciences, Prof.,

<https://orcid.org/0000-0002-9151-8854>, e-mail: oleg_mach@ukr.net

Styranivskiy O., Ph. D. of Eng. Sc., Assoc. Prof.,

<https://orcid.org/0000-0003-0505-3817>, e-mail: styran@nltu.edu.ua

Shevchenko N., Ph. D. of Eng. Sc., Assoc. Prof.,

<https://orcid.org/0000-0002-4004-891X>, e-mail: shenatalka@ukr.net

Gerys M., Ph. D. of Eng. Sc., Assoc. Prof.,

<https://orcid.org/0000-0002-2866-7187>, e-mail: mherys@ukr.net

National Forestry University of Ukraine

Hromyak Yu., candidate agr. sciences, Assoc. Prof.,

<https://orcid.org/0000-0002-6867-8120>, e-mail: hromiak-50@ukr.net

Western interregional management of forestry and hunting

Summary

The purpose of research: to determine the influence of different methods of sowing on the formation of seed yield and the efficiency of sunflower cultivation in the soil and climatic conditions of Western Ukraine.

Methods. Field research was conducted in the soil and climatic conditions of Western Ukraine. The experimental field was characterized by sod deep clayey sandy soils.

Two methods of sunflower sowing were studied: traditional with a row spacing of 70 cm using a «Gaspardo Renata R MTR 8» precision seeding vacuum planter and narrow-row sowing with a row spacing of 12.5 cm – the «Gaspardo Corona 600» seeding complex. During the research, the structural elements of sunflower seed productivity and the efficiency of two methods of sowing were estimated.

Results: According to the research results it was established that in the variant with traditional sowing the average number of seeds in the basket was greater. The same trend was also observed concerning basket size, seed weight, and productivity of one plant, which made it possible to form a sunflower seed yield of 1.67 t/ha, which is 0.14 t/ha (by 9.1%) more than in the plot with narrow-row sowing.

Direct operational use of technical means for performing technological operations of soil preparation, fertilizer application, and seed sowing in traditional sowing amounts to UAH 2,541/ha and is higher by UAH 667/ha compared to costs in the narrow-row variant. However, due to the higher yield in the version of traditional sowing, a higher income from the sale of seed was obtained by 1890 hryvnias/ha. Therefore, the effectiveness of the applied technical and technological solutions on the plot with traditional sowing amounted to 1223 hryvnias/ha.

Conclusions. The «Gaspardo Corona 600» sowing complex can perform narrow-row sowing of sunflower seeds with the specified sowing rate in the conditions of Western Ukraine. Although a slightly lower yield was obtained in the variant with narrow-row sowing, direct operating costs for pre-sowing soil cultivation and sowing are lower than for technical and technological solutions for implementing traditional wide-row sowing.

The results of using the «Gaspardo Corona 600» sowing complex for sunflower sowing can be useful for farmers when deciding to buy a row drill and save the financial resources of farms.

Keywords: sunflower, methods of sowing seeds, row seeder, sowing complex, productivity, efficiency.