

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
Навчально-науковий інститут інженерної механіки, автоматизації та  
комп'ютерно-інтегрованих технологій  
Кафедра лісопромислового виробництва та лісових доріг

## **Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи на тему

**Удосконалення технології проведення рубок  
формування і оздоровлення лісів у виробничих  
умовах Сколівського дочірнього  
лісогосподарського підприємства  
ОКС ЛГП “Галсільліс”**

**Виконав:** студент групи ЛІ-41  
спеціальності  
205 “Лісове господарство”  
освітньо-професійної програми  
“Лісова інженерія”  
Криницький В. М.

**Керівник:** Цимбалюк Ю. І.

**Рецензент:** Удовицький О. М.  
(прізвище та ініціали)

**м. Львів – 2025**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут інженерної механіки, автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Кафедра лісопромислового виробництва та лісових доріг

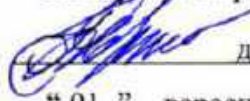
Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 205 Лісове господарство

Освітньо-професійна програма Лісова інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЛПВЛД

 доц. Бакай Б. Я.  
" 01 " вересня 2024 року

ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кривицькому Володимирі Миколайовичу

1. Тема роботи I.2 Удосконалення технології проведення рубок формування і оздоровлення лісів у виробничих умовах Сколівського дочірнього лісогосподарського підприємства ОКС ЛГП «Галсілляліс»

керівник роботи Цимбалюк Юрій Іванович, канд. техн. наук,  
затвержені наказом університету від " 16 " серпня 2024 року № С-506

2. Термін подання студентом роботи 17 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи приймаються з даних про виробничу діяльність підприємства з врахуванням річного об'єму заготівлі деревини під час рубок формування і оздоровлення лісів 15,5 тис. м<sup>3</sup>, режим роботи підприємства – одна зміна; вивезення деревини виконується у сортиментах; удосконалити технологію рубок формування і оздоровлення лісів відповідно до лісоексплуатаційних умов.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

I Інформація про Сколівське дочірнє лісогосподарське підприємство ОКС ЛГП «Галсілляліс» та характеристика району розміщення його території

2 Техніко-технологічні обґрунтування рубок формування і оздоровлення лісових насаджень Сколівського дочірнього лісгосподарського підприємств ОКС ЛГП «Галсілля»

3 Технічна пропозиція до удосконалення трельовального засобу для гірських умов

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1 Технологічні схеми освоєння лісосік ( 2 арк.)

2 Загальний вигляд штабелювального устаткування (1 арк.)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Цимбалюк Ю.І., доцент	06.05.25	15.05.25
2	Цимбалюк Ю.І., доцент	16.05.25	20.05.25
3	Цимбалюк Ю.І., доцент	21.05.25	10.06.25

7. Дата видачі завдання 01.09.2024 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Ч. ч.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Інформація про лісгосподарське підприємство	06.05.2025-15.05.2025	
2	Техніко-технологічні обґрунтування рубок формування і оздоровлення лісових насаджень	16.05.2025-30.05.2025	
3	Технічна пропозиція до удосконалення трельовального засобу для гірських умов	31.05.2025-10.06.2025	
4	Формування розділів та оформлення кваліфікаційної роботи	11.06.2025-16.06.2025	

Студент

  
(підпис)

Криницький В. М.

Керівник роботи

  
(підпис)

Цимбалюк Ю. І.

**Криницький В. М.** Удосконалення технології проведення рубок формування і оздоровлення лісів у виробничих умовах Сколівського дочірнього лісогосподарського підприємства ОКС ЛГП «Галсільліс: Кваліфікаційна робота бакалавра – Львів: НЛТУ України, 2025.

### РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить три розділи в яких подано інформацію про підприємство, пропозиції з удосконалення рубок формування і оздоровлення лісових насаджень, а також пропозиції щодо удосконалення технічних трелювальних причіпних засобів. Загальний обсяг роботи становить – 63 с. друкованого тексту пояснювальної записки, яка містить 10 рисунків, 8 таблиць і 10 позицій літературних джерел.

Основою для проектування лісосічних робіт, слугувала інформація про Сколівське дочірнє лісогосподарське підприємство ОКС ЛГП «Галсільліс», зокрема що стосується виробничих показників та природно-експлуатаційних умов, які найбільше впливають на технологію і структуру робіт.

Для успішного відтворення лісових насаджень, однією із умов є збереження лісового середовища на ділянках відведених у рубку. З цією метою пропонується використовувати відповідні системи сучасних лісосічних машин, які дозволяють досягнути поставленої мети.

Підвищити рівень механізації допоміжних трелювальних операцій лісосічних робіт, можна шляхом застосування нескладного обладнання, яке можна виготовляти в найпростіших умовах ремонтно-механічної майстерні підприємства. Це дозволить частково розв'язати проблему технічного забезпечення малих механізованих трелювальних засобів.

**Ключові слова:** лісосічні роботи, лісосіка, трелювання, лісоматеріал, система рубки, трелювальний засіб, форвардер, сортимент.

**Krynytskyi V. M.** Improving the technology of conducting formation felling and forest rehabilitation in the production conditions of the Skole subsidiary forestry enterprise OKS LHP "Galsillis: Bachelor's qualification work - Lviv: NLTU of Ukraine, 2025.

### **ABSTRACT**

The bachelor's qualification work contains three sections in which information about the enterprise is presented, proposals for improving formation felling and forest rehabilitation, as well as proposals for improving technical skidding trailer equipment. The total volume of the work is - 63 pages. of printed text of the explanatory note, which contains 10 figures, 8 tables and 10 positions of literary sources.

The basis for designing logging operations was information about the Skole subsidiary forestry enterprise OKS LGP "Galsillis", in particular regarding production indicators and natural operating conditions that most affect the technology and structure of the work.

For the successful reproduction of forest stands, one of the conditions is the preservation of the forest environment in the areas allocated for logging. For this purpose, it is proposed to use the appropriate systems of modern logging machines that allow achieving the set goal.

The level of mechanization of auxiliary skidding operations of logging operations can be increased by using simple equipment that can be manufactured in the simplest conditions of the enterprise's repair and mechanical workshop. This will partially solve the problem of technical support for small mechanized skidding equipment.

**Keywords:** logging operations, logging, skidding, timber, felling system, skidding equipment, forwarder, assortment.

## ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. ІНФОРМАЦІЯ ПРО СКОЛІВСЬКЕ ДОЧІРНЄ ЛІСОГОСПОДАРСЬКЕ ПІДПРИЄМСТВО ОКС ЛГП «ГАЛСІЛЬЛІС» ТА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ РОЗМІЩЕННЯ ЙОГО ТЕРИТОРІЇ.....	9
1.1 Розташування підприємства та характеристика його адміністративно-територіального впорядкування.....	9
1.2 Характеристика рельєфу та ґрунтів лісогосподарського підприємства «Галсільліс».....	11
1.3 Лісорослинні умови та кліматична картина.....	13
1.4 Характеристика транспортних шляхів.....	14
1.5 Виробнича діяльність Сколівського ДЛГП «Галсільліс».....	15
1.5.1 Характеристика лісосировинної бази.....	15
1.5.2 Лісогосподарські заходи.....	17
1.5.3 Загальна характеристика виробничого процесу лісосічних робіт у Сколівському ДЛГП «Галсільліс».....	20
1.6 Організаційна структура Сколівського ДЛГП «Галсільліс».....	22
1.7. Техніко-економічні показники роботи підприємства.....	22
1.8 Висновок про організацію виробничого процесу лісосічних робіт Сколівського ДЛГП «Галсільліс» та шляхи його удосконалення.....	23
2. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОБГРУНТУВАННЯ РУБОК ФОРМУВАННЯ І ОЗДОРОВЛЕННЯ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ СКОЛІВСЬКОГО ДОЧІРНЬОГО ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА ОКС ЛГП «ГАЛСІЛЬЛІС».....	26
2.1 Потенційні об'єми виконання рубок на найближчі роки.....	26
2.2. Базові принципи удосконалення технології виконання рубок формування та оздоровлення лісових насаджень.....	27
2.3. Проект удосконалення технології виконання рубок формування і оздоровлення лісових насаджень у відповідності до виробничих умов дочірнього лісогосподарського підприємства ОКС ЛГП «Галсільліс».....	29
2.3.1 Підбір машин та устаткування для основних робіт.....	29

2.3.2 Вибір основних способів розроблення лісосік рубок формування та оздоровлення лісових насаджень.....	31
2.3.3 Розрахунок нормативних об'ємів заготівлі деревини на рубках формування та оздоровлення лісів.....	33
2.3.4. Проектні розрахунки продуктивності машин та інструментів, що входять в прийнятну систему машин і визначення їх кількості.....	34
2.4 Розрахунок трудовитрат для забезпечення виконання підготовчих і допоміжних робіт.....	44
2.5 Охорона праці та техніка безпеки під час реалізації основних лісосічних робіт рубок формування і оздоровлення лісів.....	46
2.6 Первинні заходи зменшення негативного впливу на довкілля та збереження лісового середовища.....	47
2.7 Підсумкові результати удосконалення технологічного процесу.....	48
<b>3. ТЕХНІЧНА ПРОПОЗИЦІЯ ДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТРЕЛЮВАЛЬНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ГІРСЬКИХ УМОВ.....</b>	<b>49</b>
3.1 Тип та умови застосування трелювального засобу.....	49
3.2 Обґрунтування загальної конструкції причіпного трелювального засобу для використання на гірських схилах.....	50
3.3 Встановлення базових геометричних розмірів трелювального засобу для міні тягачів та гужового транспорту.....	52
3.4 Встановлення сил та технологічних навантажень, що виникатимуть в конструкції під час робочого процесу.....	53
3.5 Розрахунок опорно-несучих елементів П-подібної рами.....	54
3.6 Розрахунок опорних елементів стійок рами.....	56
<b>Висновок.....</b>	<b>58</b>
<b>ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>59</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>60</b>

## ВСТУП

Рубки в лісових насадженнях є не від'ємною частиною ведення лісового господарства та виконуються впродовж всього циклу росту і розвитку лісового насадження не залежно від його походження. Зважаючи на це, практикуються різні технології в залежності від умов та виду рубки, суть яких зводиться до вирубування на площі певної кількості дерев та наносячи при цьому мінімальної шкоди лісовому середовищу. Разом з тим, саме від умов в основному залежить складність технологічного процесу виконання рубок.

Зокрема до найбільш складних та одночасно вразливих умов належать ліси гірської частини нашої країни. Тут, поряд із складністю та підвищеною небезпекою виконання робіт, непоправної шкоди лісовій екосистемі може завдати надмірне вирубування лісу та руйнування ґрунту локально, чи на значній площі. Саме тому, певні види лісової техніки та механізованих засобів, які без будь-яких обмежень використовуються для виконання аналогічних робіт в рівнинних лісах, обмежені чи навіть заборонені до застосування в гірських умовах. Натомість слід застосовувати такі системи машин і технологічні підходи, які є найбільш безпечними та до того ж ефективними і доступними.

Відомо, що з усього комплексу лісосічних робіт, найбільш складною є трелювання деревини. Значні об'єми та маса предмету праці, призводять до необхідності застосування відповідної техніки, потужність якої приймається з врахуванням масово геометричних розмірів предмету праці. Чим більший середній об'єм стовбура, то природно, слід застосувати більшу потужність для його переміщення. Однак, в гірських умовах цей процес на певних ділянках може виконуватися без застосування техніки, зокрема коли виконується спуск круглих лісоматеріалів з використанням лотків.

Через обмеження в застосуванні наземної трелювальної техніки, зокрема гусеничної, гірські лісозаготівлі тяжіють до використання колісних трелювальних машин та канатних підвісних систем для трелювання деревини без дотику з опорною поверхнею. Такі складні питання має вирішувати фахівець з лісової інженерії.

## **1. ІНФОРМАЦІЯ ПРО СКОЛІВСЬКЕ ДОЧІРНЄ ЛІСОГОСПОДАРСЬКЕ ПІДПРИЄМСТВО ОКС ЛГП «ГАЛСІЛЬЛІС» ТА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ РОЗМІЩЕННЯ ЙОГО ТЕРИТОРІЇ**

### **1.1 Розташування підприємства та характеристика його адміністративно-територіального впорядкування**

Господарське функціонування лісогосподарського підприємства, було започатковано з моменту його створення у 2001 році у відповідності з наказом №1 від 15 вересня 2000 року «Про створення дочірніх лісогосподарських підприємств (ЛГП) «Галсільліс». Дане підприємство було організовано на базі існуючого Сколівського міжгосподарського лісництва.

У відповідності з оновленими даними, контора та адміністративне управління Сколівського ДЛГП, зареєстровано та розміщуються у Львівській області, в місті Сколе по вулиці Князя Святослава 76. Контактні дані лісогосподарського підприємства такі: тел./факс 03251-2-16-63, e-mail: [Skolegsl@ukr.net](mailto:Skolegsl@ukr.net).

У відповідності до виконаного господарського впорядкування території лісогосподарського підприємства, його лісосировинну базу складають лісові насадження, які поділені на 119 кварталів. З врахуванням переліку типових ознак лісів, що дають право формувати виділ, зазначена кількість кварталів, містить 3209 виділів. Головними ознаками, які сприяли поділу на виділи були, вікові дані, породний склад та спосіб створення.

Для ефективної організації робіт з ведення лісового господарства, всі лісові масиви розподілено між чотирма лісництвами, які і складають основну структуру підприємства. До зазначених лісництв входять Орявське, Плав'янське, Крушельницьке та Сколівське. Крім того, до окремих структурних одиниць слід віднести лісовий склад підприємства та автомобільний парк з гаражами і обслуговуючою інфраструктурою.

Загалом територіальне розміщення лісів даного лісогосподарського підприємства не є компактним (рис.1.1), що суттєво впливає на організацію певних технологічних процесів лісогосподарського характеру.



Детальна характеристика загальної площі та господарського впорядкування лісництв, що входять до складу Сколівського ДЛП «Галсільліс», показана в таблиці 1.1.

**Таблиця 1.1** – Господарське впорядкування площі окремих лісництв в складі Сколівського ДЛП «Галсільліс»

№	Назва лісництва	Загальна площа, га.	Загальна к-сть		Загальна відстань	
			обходів	квар-талів	до конторн лісгоспу	до найбл. залізн. станції
1	2	3	4	5	6	7
1	<u>Орявське</u>	2415,26	7	23	12	12
2	<u>Плав'янське</u>	2558,0	7	25	20	18
3	<u>Крушельницьке</u>	3905,0	9	37	14	11
4	<u>Сколівське</u>	3750,0	9	34	6	3
	Разом:	12628,26	32	119	–	–

## 1.2 Характеристика рельєфу та ґрунтів лісгосподарського підприємства «Галсільліс»

Територія району розташування Сколівського ДЛП «Галсільліс» за характером рельєфу характеризується гірською поверхнею, відноситься до підпровінції Східних Карпат і представлена низькогірним рельєфом Стрийсько-Сянської Верховини в басейнах річок Опір та Стрий, що є притоками р.Дністер., зони Сколівських Бескидів з середньою висотою над рівнем моря 650-1000 метрів.

На півночі і північному сході по території підприємства проходить вододіл між Прикарпаттям і Закарпаттям. Загалом вся територія Сколівського ДЛП «Галсільліс» розташована вздовж полонинського хребта, який ділить її на дві частини – південну і північну.

Всі ліси Сколівського ДЛП «Галсільліс» віднесені до гірських, з різною крутизною схилів. За ухилом схили поділяються: пологі  $11^{\circ}$ ; покаті  $11^{\circ}$ – $20^{\circ}$  і стрімкі  $21^{\circ}$ – $30^{\circ}$ , які переважно розміщені на південних схилах і  $21^{\circ}$ - $35^{\circ}$  на

північних схилах; дуже стрімкі – понад  $30^{\circ}$  розміщуються на південних і  $35^{\circ}$  на північних схилах. Лісництва розташовані, в середньому, на висоті 900 – 1100 м над рівнем моря. Висота розміщення лісництв поступово зменшується з півночі на південь.

Грунтоутворюючий процес відбувається під впливом помірного теплого та вологого клімату в умовах сильної розчленованості рельєфу. Різноманітність грунтоутворюючих порід, гірський рельєф і відносна неоднорідність рослинності привели до формування різноманітних у генетичному відношенні ґрунтів. На схилах гірських хребтів сформувались бурі гірські лісові ґрунти, на вершинних ділянках під впливом дернового вкриття – дернові ґрунти.

Ерозійні процеси на території підприємства виражені у вигляді площинної лінійної та внутрішньої ґрунтової ерозії. Найбільш характерною являється площинна ерозія ґрунту, яка супроводжується змивом верхніх горизонтів ґрунту. За вологістю більша частина ґрунтів відноситься до вологих або з надмірним зволоженням.

На зволоженість ґрунтів території підприємства досить значний вплив мають водні артерії, першочергово це річки, які свого часу використовувалися для сплаву деревини. Серед річок є досить повноводні, особливо у весняний період, які часто виходять з берегів, затоплюючи прибережну територію.

**Таблиця 1.2** – Характеристика річок, що протікають територією лісогосподарського підприємства

Назва річки	Куди впадає	Протяжність, км	Швидкість течії, м/с	Ширина, м	Глибина, м
1	2	3	4	5	6
Стрий	Дністер	250,0	0,8	60,0	1,5
Опір	Стрий	58,0	1,1	60,0	0,6
Стинавка	Стрий	25,0	1,0	15,0	0,4
Бугівля	Орява	20,0	1,2	8,0	0,4
Орявчик	Орява	15,0	1,2	5,0	0,3

Всі річки, що протікають територією лісогосподарського підприємства "Галсільліс" не придатні для судноплавства.

### 1.3 Лісорослинні умови та кліматична картина

За лісорослинним районуванням територія розташування лісів підприємства відноситься до Центральноевропейської провінції Європейської зони широколистяних лісів. Вся територія лісгоспу відноситься до Східно-Карпатської підпровінції, в межах якої ліси підприємства віднесені до лісорослинних районів ялицево-букових, ялиново-ялицево-букових та дубово-буково-ялицевих лісів.

Лісова рослинність дубово-буково-ялицевих лісів займає незначну площу і має острівний характер. Збереглися дані ліси невеликими ділянками на височинах між ріками.

**Таблиця 1.3 - Кліматичні показники району розташування підприємства**

Найменування показників	Одиниці виміру	Значення	Дата
1	2	3	4
1. Температура повітря:			
- середньорічна	град	+8,4	10-15.05
- абсолютна максимальна	-//-	+34,8	15-20.07
- абсолютна мінімальна	-//-	-27,7	01-10.02
2. Кількість опадів на рік	мм	811	
3. Тривалість вегетаційного періоду	днів	195	20.04-07
4. Останні заморозки весною	град	-5 - -7	20-30.05
5. Перші заморозки восени	град	-2 - -5	10-20.09
6. Сніговий покрив:			
- час появи	дні		10-15.12
- час сходження у лісі	-//-		10-15.03
7. Глибина промерзання ґрунту	см	20-90	15.12
8. Середня швидкість переважаючих вітрів, в т.ч. по сезонах:	м/с	1,7	
- зима	-//-	1-2	15.04
- весна	-//-	2-7	10-25.05
- літо	-//-	0-2	10.06
- осінь	-//-	2-3	10.09

Лісова рослинність району грабово-дубових лісів носить слід інтенсивної господарської діяльності людини. Корінними є дубові деревостани з домішкою в складі граба, липи, клена гостролистого, вільхи чорної, осики і

черешні. З похідних деревостанів найбільш розповсюджені грабняки, осичники, липняки. Походження їх в тій чи іншій мірі пов'язане з суцільно-лісосічними рубками та незадовільним веденням господарства в минулому. Район ялиново-буково-ялицевих лісів займає на території лісгоспу найбільшу площу. Основними лісоутворюючими породами є ялиця, бук, ялина. В домішку зустрічаються в'яз гірський, явір, осика, береза, вільха сіра. Насадження цього району характеризуються високою продуктивністю. Запас на 1 га досягає 800-1000 м<sup>3</sup>.

Клімат району розміщення підприємства м'який та вологий, властивий клімату Західної Європи, який піддається деякому впливу континентального клімату глибинних районів Європейської частини Східної Європи. Карпати розміщені на шляху циклонів, які переміщуються з заходу від Атлантичного океану та північного заходу від Балтійського моря. Циклони літом приносять дощі та холод, а зимою - снігопади та відлиги. Рідше зі сходу приходять антициклони, що приносять теплу погоду літом і морозну взимку.

Кліматичні фактори, що негативно впливають на ріст та розвиток деревної рослинності такі: пізні весняні та ранні осінні заморозки, часті дощі, нерідко в виді злив, сильні вітри та снігопади, що часто приводить до пошкодження насаджень. В цілому клімат району розміщення дочірнього лісгосподарського підприємства "Галсільліс", сприятливий для успішного росту та розвитку таких деревних та чагарникових порід як ялина, ялиця, бук, клен-явір та інших, а в рівнинних умовах – дуба.

#### **1.4 Характеристика транспортних шляхів**

Район розташування підприємства характеризується досить розвинутою мережею шляхів транспорту загального користування. Основними транспортними магістралями в зоні діяльності лісгосподарського підприємства є автодорога державного значення Львів-Ужгород, залізниця Львів-Ужгород.

Окрім цього по території підприємства проходить розгалужена сітка ґрунтових доріг місцевого значення, які виконують важливу роль в забезпеченні потреб лісового господарства.

Протяжність лісогосподарських доріг по території лісового господарства складає 5,3 км на 1000 га, а ступінь забезпеченості – 65%.

Вивезення деревної сировини проводиться по лісових дорогах, в основному з перехідним покриттям, тобто з ґрунтовим покращеним, гравійним, ґрунтогравійним, щебеним та ґрунтощебеним покриттями. Дороги, які знаходяться в експлуатації, систематично ремонтуються для забезпечення безпеки руху автолісовозів і автомобілів загального призначення.

## **1.5 Виробнича діяльність Сколівського ДЛГП «Галсільліс»**

### **1.5.1 Характеристика лісосировинної бази**

Згідно з лісорослинним районуванням, територія розміщення Сколівського ДЛГП «Галсільліс» відноситься до зони Центральноєвропейської провінції, Європейської зони широколистяних лісів, Східно-Карпатської гірської під провінції, смереково-ялицево-букових, ялицево-смереково-букових та ялицево-букових лісів.

В породній структурі переважають хвойні ліси, їх частка становить більше 50%. Серед листяних насаджень переважають деревостани, де головною породою є бук лісовий. Середній запас лісів по підприємству становить 186 м<sup>3</sup>/га, з них у ялинових лісах – 136 м<sup>3</sup>/га, букових насадженнях – 180 м<sup>3</sup>/га, дубових відповідно – 160 м<sup>3</sup>/га.

Проведення рубок забезпечує безперервне, невиснажливе і раціональне використання лісів для планомірного задоволення потреб виробництва і населення в деревині. Річний приріст деревини в середньому складає 4,8 м<sup>3</sup>/га.

Лісосировинна база підприємства представлена такими типами лісів:

– волога грабова бучина (Дз-ГБк). Корінний древостан з бука I-го бонітету. У домішці можуть бути клен-явір, ільм гірський, рідко ясен, клен

гостролистий, липа, черешня. Зустрічається на Буковині та Закарпатті на висотах 450-1000 м н. р. м.

– волога чиста бучина (Дз-Бк). У складі деревостану панує бук I бонітету з участю ялиці, дуба звичайного і граба. Зрідка клен-явір, ільм, ясен. Розповсюджений скрізь на висоті 300-500 м н. р. м.

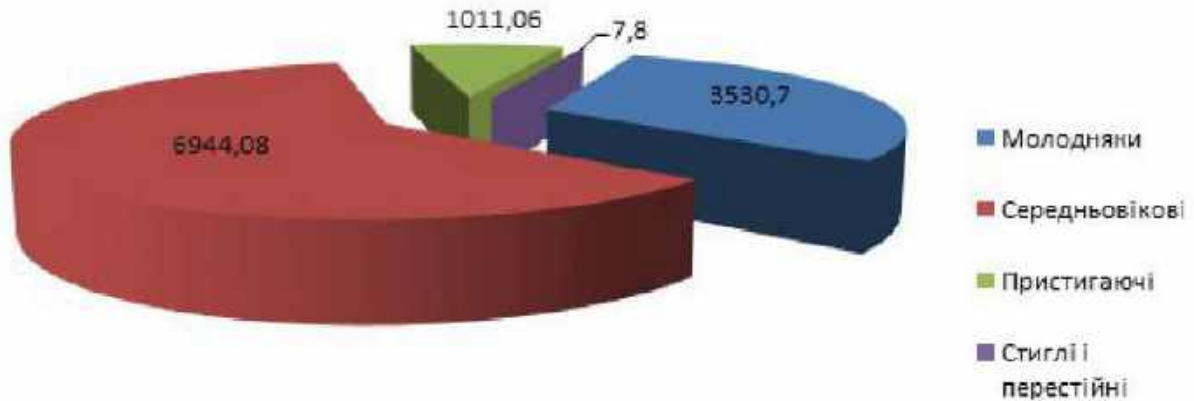
– волога грабово-ялицева бучина (Дз-г-яцБк). Корінні дерево- стани утворені буком за участю в складі деревостану тиса, граба, ялиці, клена-явора, ільма. Зустрічається на Прикарпатті на висоті 300-400 м. н. р. м.

– волога буково-ялицева рамінь (Дз - бк - яцЯл). Зустрічаються по всій території Карпат на висоті 1000 м н. р. м. Корінні деревостани утворюють: дуб звичайний, ялина, ялиця, бук. У домішці часто зустрічаються: ясен звичайний, клен-явір, ільм гірський, граб, береза, осика, вільха чорна і сіра. У підліску зустрічаються: жостір ламкий, вовче лико. У живому надґрунтовому покриві зустрічаються: борець молдавський, дягель лікарський, каложниця болотяна, жовтяниця, цірцея альпійская, скереда болотна, хвоц великий, гірчичник болотний, жовтець їдкий, чистець лісовий, кропива дводомна, валеріана лікарська, підбіл білий, незабудка болотна.

**Таблиця 1.4** – Таксаційна характеристика лісових насаджень Сколівського ДЛГП «Галсільліс»

№ п/п	Показники	Числові значення
1	2	3
1	Загальна площа лісосировинної бази, га	12628,26
2	Покрита лісом площа, га	11320,0
3	Експлуатаційна площа, га	10380,0
4	Загальний запас деревини, тис. м <sup>3</sup>	986
5	Експлуатаційний запас деревини, тис. м <sup>3</sup>	665
6	Ліквідний запас, тис.м	136
7	Склад насаджень	6ЯЗБІГр
8	Середній вік насаджень, років	65
9	Середній ліквідний запас на 1 га, м <sup>3</sup>	
	- експлуатаційної площі	145
	- загальної площі	128

У віковій структурі лісових насаджень підприємства переважають середньовікові насадження та молодняки, що свідчить про поступове зростання об'ємів лісозаготівлі в майбутньому.



**Рисунок 1.2** – Діаграма вікової структури насаджень Сколівського ДЛПП «Галсільліс»

У відповідності до наказу Держкомлісгоспу України (Держлісагенства) № 110 від 21.04.2010 року територія Сколівського ДЛПП «Галсільліс» (включно із землями, які вилучено з лісового користування) поділяється за категоріями лісів на: рекреаційно-оздоровчі ліси, які становлять – 61,8 га; захисні ліси, які становлять – 4640,0 га; експлуатаційні ліси, які становлять – 7935,2 га.

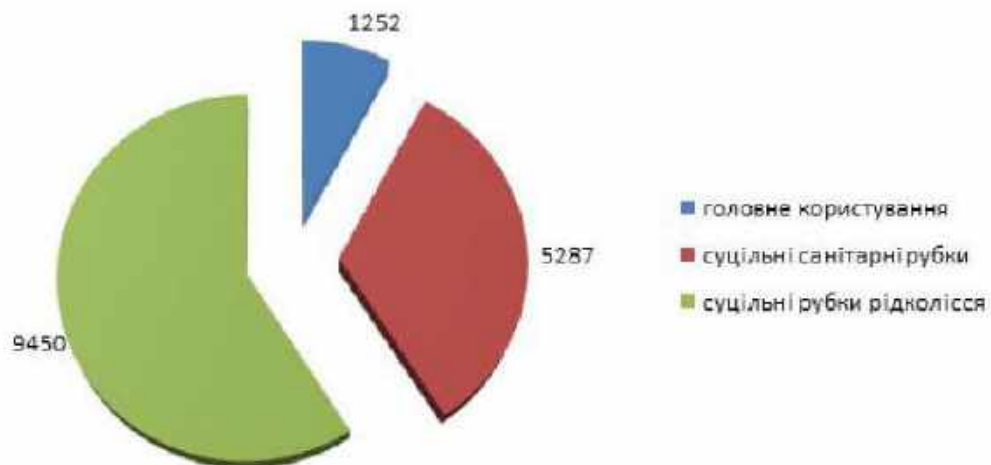
### 1.5.2 Лісгосподарські заходи

З метою забезпечення екологічно збалансованого лісокористування, запобігання проявам згубних наслідків природних явищ, посилення водоохоронних, захисних, кліматорегулюючих, санітарногігієнічних та інших корисних властивостей лісів, рубки головного користування проектується у повній відповідності до Закону України від 10.02.2000р.

Стан і динаміка розвитку лісового фонду дають можливість в цілому оцінювати екологічний стан лісів лісгоспу на рік лісокористування, як задовільний. Усі види господарської діяльності ведуться в основному з дотриманням діючих нормативних актів. Вони направлені на підвищення

якісного стану і продуктивності лісів, збереження і підвищення їх захисних властивостей і негативного впливу на навколишнє середовище не спричинили.

У Сколівському ДЛГП «Галсілля» проводять як рубки головного користування так і рубки формування та оздоровлення лісових насаджень. Згідно діючих правил рубок головного користування і лісовідновних рубок в гірських лісових умовах Карпат, лісовпорядкуванням по Сколівському ДЛГП «Галсілля» назначені такі види рубок: добровільно-вибіркові, рівномірно-вибіркові, суцільнолісосічні. Як правило, суцільнолісосічні рубки проводять на пологих схилах.



**Рисунок 1.3** – Діаграма заготівлі деревини за видами рубок.

Розрахунок і встановлення щорічного розміру головного користування проводиться в цілому по господарству, а вибір насаджень та лісосік для певних видів рубок в кожному лісництві Сколівського ДЛГП «Галсілля» проводять, з врахуванням наявного експлуатаційного фонду.

Зокрема в господарстві виконуються значні об'єми рубок догляду за лісом, а саме: освітнення; прочистки; прорідження; прохідні рубки, а також різні види санітарних рубок, таких як: санітарно-вибіркові; суцільно-санітарні; рубки по розчищенню лісу від захаращеності, тощо.

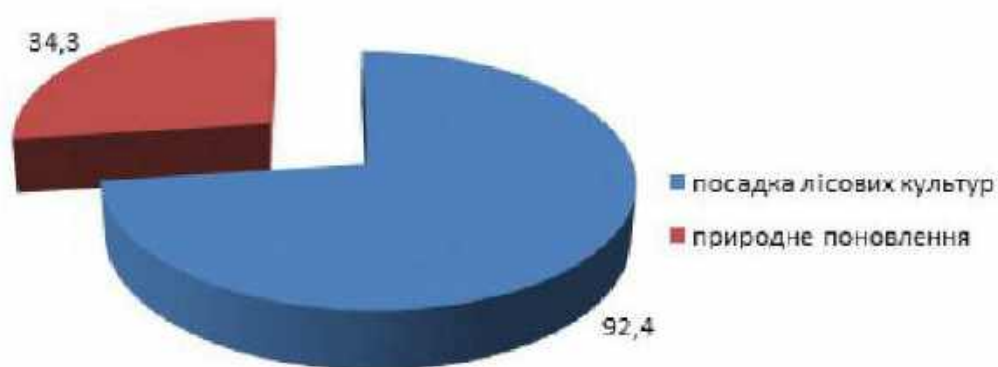
Під санітарні рубки назначають ділянки лісу у відповідності до діючих санітарних правил в лісах України. Під час проведення таких рубок вирубують

пошкоджені дерева такі як: сухостійні, вітровальні, буреломні і сніголомні, сильно пошкоджені пожежами, комахами, уражені раком, кореневою губкою, сильно заселені шкідниками та інші.

Рубками догляду досягають покращення складу насадження, підвищення його стійкості до: несприятливих факторів погоди; пошкодження шкідниками і ураженню хворобами. Рубки догляду суттєво скорочують терміни вирощування технічно стиглої деревини, збільшують об'єми заготовляння деревини з одиниці площі, посилюють захисні водоохоронні, санітарно-гігієнічні, рекреаційні і інші функції лісу.

Очищення лісосік від порубочних решток, виконують шляхом подрібнення залишків деревини на відрізки довжиною по метру і рівномірно розкидування їх на вільні від підросту місця. Очищають лісосіки одночасно із заготівлею деревини. Нагляд за появою і розмноженням шкідників і хвороб лісу в Сколівському ДЛГП «Галсільліс» здійснюють силами лісової охорони під керівництвом інженера по охороні і захисту лісу.

Способи відновлення лісових насаджень та технологію, проектують у відповідності до зазначених лісорослинних умов.



**Рисунок 1.4** – Діаграма об'ємів і видів лісовідновних робіт

Як видно з діаграми, на рисунку 1.4, у Сколівському ДЛГП «Галсільліс» 65,7 % лісовідновлення є штучним і 34,3% природнім поновленням.

Враховуючи стан підросту під покривом лісу у досягаючих, стиглих і перестигаючих насадженнях можна сказати, що в насадженнях з переважанням бука природній спосіб є основним способом лісовідновлення. Відносно інших порід, то по необхідності їх замінюють на більш продуктивні насадження, відповідно до ґрунтових умов.

Термін періоду лісовідновлення для ділянок, залишених під природне заліснення встановлено в середньому 5-7 років, під лісові культури – 4 роки. Висадка саджанців проводиться вручну мечами Колесова на підготовлені місця – площадки розміром 0,4×0,4 м. На 1га висаджують, приблизно, 6 тис. шт саджанців головної породи. Якщо на окремих місцях є відпад лісових культур більше 10% то весною наступного року після посадки проводиться доповнення лісових культур.

### **1.5.3 Загальна характеристика виробничого процесу лісосічних робіт у Сколівському ДЛГП «Галсільліс»**

Розробка лісосік виділених в рубку проводиться при наявності лісорубного квитка і затвердженої технологічної карти на кожну лісосіку, а також після якісного проведення підготовчих робіт. Підготовчі роботи проводяться тією ж лісозаготівельною бригадою, котра надалі буде проводити розробку даної лісосіки. Ці роботи проводяться з метою створення безпечних умов праці для робітників зайнятих на основних лісосічних роботах.

Враховуючи гірські умови розташування лісосировинної бази підприємства, де схили лісосік складають 15<sup>0</sup> і більше, технологічний процес основних лісосічних робіт має таку структуру:

- звалювання дерев, проводиться бензиномоторними пилами «Stihl-360» верхівками до низу по схилу, звалювальником та його помічником;
- очищення дерев від гілок проводиться частково сокирами вручну, а частково бензиномоторною пилою „Stihl-360”;

– кряжування стовбурів на сортименти проводиться бензиномоторною пилкою «Stihl-360» (під час трелювання деревини тракторами на відвантажувальному пункті, а під час гужового трелювання – на лісосіці);

– очулювання сортиментів виконується під час ручного спуску і у випадку гужового трелювання лісоматеріалів, проводять сокирою;

– підтрелювання і трелювання проводять відповідно кіньми або колісними тракторами загального призначення із застосуванням переважно саморобних трелювальних приспособлень як ланцюги чи канати.

– навантаження сортиментів на автопотяги проводять маніпуляторами або за допомогою автомобільних кранів. Дрова завантажують вручну і вивозять бортовими автомобілями.

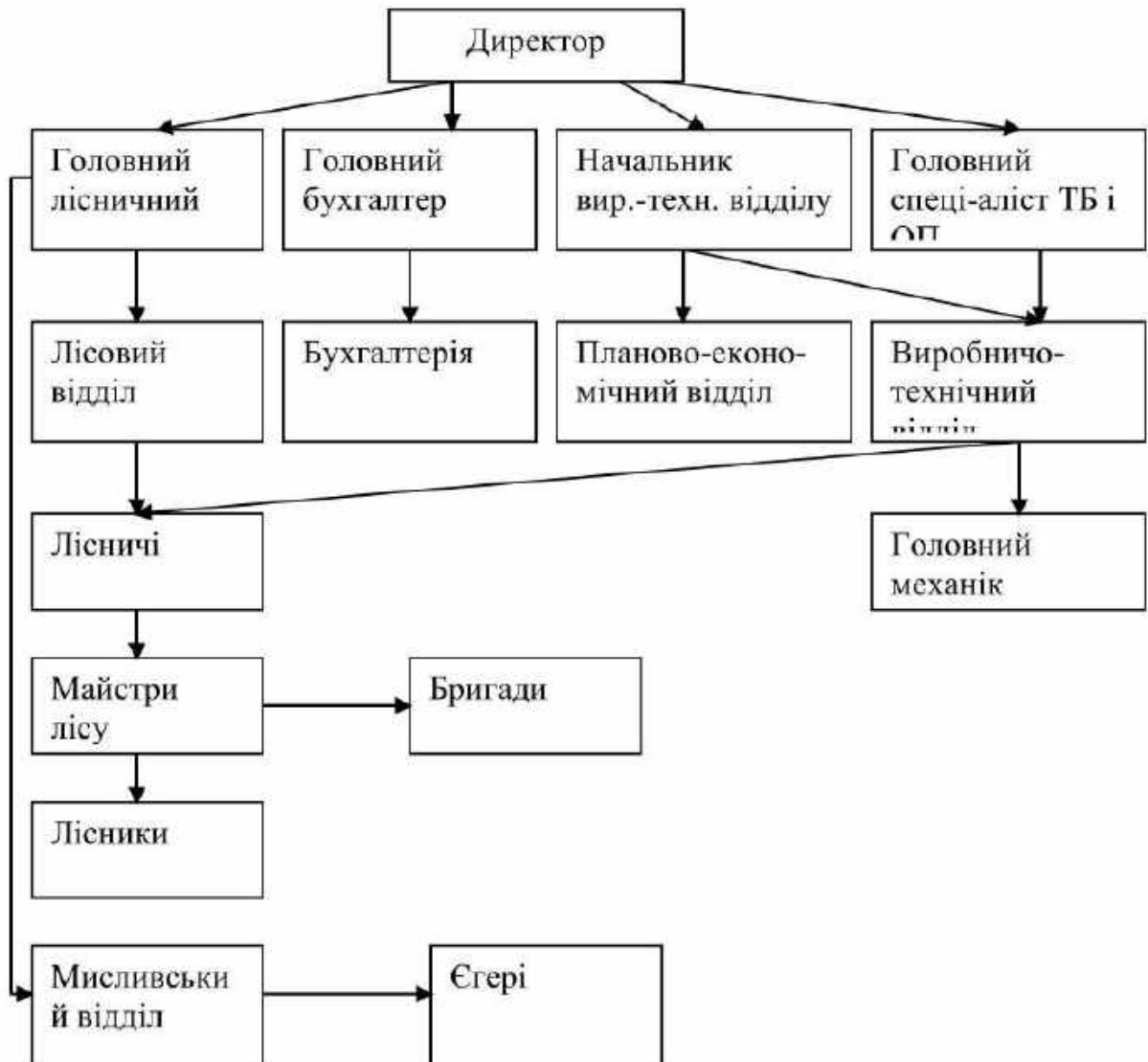
Перед трелюванням тракторами на лісосіках, які розміщуються на стрімких схилах виконують спуск сортиментів до підніжжя схилу самоспуском або по земляних лотках. Від підніжжя схилу до відвантажувальної площадки, деревна сировина трелюється тракторами. На схилах стрімкістю до  $20^{\circ}$  виконують також двох етапне трелювання – спочатку сортименти підтрелюють до тракторного трелювального волака за допомогою коней, після чого вони трелюються на верхній склад за допомогою тракторів.

На лісосіках, які значно віддалені від навантажувальних пунктів, переміщення деревини проводять кіньми або колісними тракторами на відстань в середньому до 750м до найближчої лісовозної дороги.

При проведенні рубок формування та оздоровлення лісових насаджень, використовуються такі ж само механізми як на суцільних рубках головного користування. Трелювання деревної сировини виконується в два або три етапи.

Лісозаготівельні роботи на підприємстві проводяться в одну зміну. Кількість робочих днів підприємства становить 250 днів. Тривалість робочої зміни - 8 год. Розробка лісосік проводяться малими комплексними бригадами чисельністю 6-7 чоловік, організованими на базі тракторів. В повний комплекс робіт входять роботи від заготовки до відвантаження деревини на рухомий склад чи штабелювання сортиментів на верхніх складах.

### 1.6 Організаційна структура Сколівського ДЛГП «Галсілляліс»



### 1.7. Техніко-економічні показники роботи підприємства

Таблиця 1.5 – Основні техніко-економічні показники роботи Сколівського ДЛГП «Галсілляліс»

Назва показника	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Річний об'єм заготівлі деревини:	м <sup>3</sup>	15989,0
- рубки головного користування	-//-	1252,0
- рубки формування і оздоровлення лісів:	-//-	14737,0
- санітарні рубки	-//-	5287,0
- рубки реконструкції та відновлення		9450,0

продовження таблиці 1.5		
1	2	3
Середній запас деревини на 1га:		
- рубки головного користування	м <sup>3</sup> /га	182,0
- санітарні рубки	-//-	195,0
- рубки формування і оздоровлення лісів	-//-	84,0
Середній об'єм стовбура:		
- рубки головного користування	м <sup>3</sup>	0,95
- санітарні рубки	-//-	0,85
- рубки формування і оздоровлення лісів	-//-	0,48
Склад насаджень	-	8Ял2Бк+Ос; 4Ял4Яц2Бк+Ос
Спосіб вивезення деревної сировини:		
- рубки головного користування та рубки формування і оздоровлення лісів	-	сортименти
Спосіб відновлення лісових насаджень:	-	штучний; природний.
Механізація лісозаготівельних робіт на основних лісосічних роботах	%	48,0
Організація проведення рубок	-	малі комплексні бригади на базі тракторів

### **1.8 Висновок про організацію виробничого процесу лісосічних робіт Сколівського ДЛГП «Галсільліс» та шляхи його удосконалення**

Організації технологічного процесу виконання певного виду рубок в гірських умовах, завжди приділяється належна увага, як в плані технічного забезпечення, так і в плані техніки безпеки та охорони праці. Таким чином, незважаючи на економічні труднощі в певних лісогосподарських підприємствах, слід дбати про забезпечення найбільш необхідними засобами виконання основних лісосічних робіт.

Звітні матеріали по Сколівському ДЛГП «Галсільліс», зокрема, стосовно річних об'ємів заготовленої деревини, свідчать про виконання значних об'ємів рубок, які входять в склад рубок формування та оздоровлення лісових насаджень. Першочергово, це лісовідновні рубки та рубки переформування лісових насаджень. Також значні об'єми заготівлі приходяться на санітарні рубки. З цього можна зробити висновок, що в господарстві для реалізації поставлених завдань, практикуються різні системи рубок включно із

суцільними, поступовими та вибірковими. Однак, при цьому головний акцент приходиться на системи поступових і вибіркових рубок. Це слід враховувати під час формування парку лісосічних машин для виконання основних робіт.

В плані технічного забезпечення основних лісосічних робіт Сколівського ДЛГП «Галсільліс», то тут проглядається типова картина сьогодення підприємств лісової галузі. Найкраще забезпечення господарство має бензиномоторними пилами, хоч це має досить хаотичний характер, який відображається в наявності значної кількості інструментів різних виробників, хоча і переважно європейських. Така ситуація породжує певний дисбаланс в технічному обслуговуванні та забезпеченні ручних моторних інструментів. При цьому проглядається недостатнє забезпечення певних операцій, зокрема операції зрізання дерев, допоміжними засобами для направленою звалювання дерев, а операції кряжування – інструментами для вимірювання довжини сортименту. Це створює як незручності, що відображаються на продуктивності працюючих, так і знижує безпеку праці.

Як і для більшості лісових господарств, характерною ознакою незадовільного технічного забезпечення лісосічних робіт, є операція трелювання деревини. Певні види трелювання деревини, що практикуються в господарстві, є прийнятними в гірських умовах, зокрема трелювання з використанням коней. Однак при цьому, слід більш широко використовувати відповідні трелювальні засоби та обладнання для забезпечення вищої продуктивності та менших негативних наслідків. Це саме стосується і техніки, яка використовується для трелювання деревини. Головним плюсом є те, що техніка є колісною, що позитивно для гірських лісів.

Підсумовуючи огляд діючого на підприємстві технологічного процесу лісосічних робіт, першочергово, в плані покращення слід приділити увагу операції трелювання деревини. Для наземного трелювання слід використовувати сучасну колісну техніку, а саме форвардери відповідного класу вантажопідємності, які повністю механізують весь процес та можуть застосовуватися і на допоміжних операціях.

Для трелювання деревини на стрімких і дуже стрімких схилах, канатним трелювальним системам різного типу, альтернативи немає. Як в плані їх вартості, так і в плані екологічності. Зважаючи на особливості територіального розміщення лісосировинної бази, доцільно робити акцент на мобільні трелювальні системи. Трелювання деревини земляними лотками чи самоспуском слід уникати як такого.

Розкрязування стовбурів на сортименти з наступним сортуванням та штабелюванням, краще виконувати на верхньому складі. Штабелювальні роботи, а також частково навантаження деревини на рухомий склад, можна виконувати із залученням форвардерів з відповідними маніпуляторами.

Для вивезення деревини, а також механізації навантаження ділових лісоматеріалів, слід залучати автомобільний транспорт чи форвардери з маніпуляторами.

## **2. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОБГРУНТУВАННЯ РУБОК ФОРМУВАННЯ І ОЗДОРОВЛЕННЯ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ СКОЛІВСЬКОГО ДОЧІРНЬОГО ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА ОКС ЛГП «ГАЛСІЛЬЛІС»**

### **2.1 Потенційні об'єми виконання рубок на найближчі роки**

Перспектива розвитку лісогосподарського підприємства та його виробнича діяльність, головним чином залежить від об'ємів деревини, що отримується внаслідок виконання різного виду рубок впродовж року. Основою прогнозування стабільності роботи підприємства також є об'єми заготівлі деревини на найближчі десять років, тобто, період між виконанням планових лісовпорядкувальних робіт.

Для обґрунтування потенційних об'ємів заготівлі деревини на найближчі десять років, спиратимемося як на виконанні об'єми зазначених робіт в минулі роки, так і на даний час. А також на характеристику стану лісових насаджень, їх вікову структуру та господарську цінність. Першочергово, це дозволить певною мірою встановити динаміку зміни об'ємів заготовленої деревини. Виходячи з цього, можна першочергово відмітити, що рубки головного користування на підприємстві носять символічний характер і виконуються лише з метою вирубування перестиглих лісових насаджень, а тому об'єми деревини внаслідок їх проведення коливаються в межах 2,0тис.м<sup>3</sup>. Це суттєвим чином не впливає на зміну загальних об'ємів деревини, що отримується протягом року.

Інша картина спостерігається внаслідок виконання рубок формування та оздоровлення лісових насаджень. Загалом від виконання цих рубок підприємство отримує основну масу деревини. Об'єм цих рубок в одиницях заготовленої деревини коливається в межах 15,0тис.м<sup>3</sup> і очевидно матиме перспективу до зростання. Тут слід відмітити про значні об'єми лісовідновних рубок та рубок пов'язаних із реконструкцією лісових насаджень. Зазначені рубки становлять в середньому біля 9,0тис.м<sup>3</sup> протягом останніх трьох років. Ці рубки виконуються на площах з так званим рідколіссям, а тому запас деревини

на 1га є досить невеликий, як і середній об'єм стовбура на таких площах. Це сприяє суттєвому зниженню продуктивності системи машин, яка використовується і комплексної бригади в цілому.

Досить значні об'єми деревини підприємство отримує в результаті виконання санітарних рубок. Доля цих рубок коливається в діапазоні 4,0...5,0тис.м<sup>3</sup>, що в загальному об'ємі лісозаготівлі підприємства є досить суттєвим виробничим показником. Тут слід враховувати, що об'єми даних рубок є не стабільними, важко прогнозованими, хоча їх обов'язково слід враховувати на перспективу під час планування технологічного процесу.

Виходячи із зазначеного та проаналізувавши реальну ситуацію на підприємстві та перспективні зміни характеристики лісосировинної бази, приходимо до висновку, що проект покращення технології виконання рубок, за основу слід приймати рубки формування і оздоровлення лісових насаджень, доля яких, очевидно буде лише зростати. Об'єми цих рубок слід закладати в розрахунки в межах 15500м<sup>3</sup> з умовою поступового зменшення рубок головного користування.

## **2.2. Базові принципи удосконалення технології виконання рубок формування та оздоровлення лісових насаджень**

Базові принципи, що використовуються для розроблення технології лісосічних робіт, визначають загальну філософію ведення лісового господарства на лісогосподарському підприємстві. Всім відоме ведення лісового господарства на засадах сталого розвитку передбачає комплексний підхід як до організації робіт, так і до питання об'ємів заготівлі та використання і переробки заготовленої деревини.

Першочергово слід відмітити, що виконанню лісогосподарських міроприємств в гірських умовах, слід приділяти прискіпливу увагу. І насамперед це стосується об'ємів заготовленої деревини, які на пряму мають визначатися річним приростом лісових насаджень. Цей принцип може порушуватися лише в сторону зменшення об'ємів заготівлі деревини.

Як виняток, зростання понад нормових об'ємів лісозаготівлі може викликатися лише необхідністю термінового виконання санітарних рубок. Зокрема на площах уражених лісовими шкідниками або хворобами, що швидко розповсюджуються. В таких випадках, слід виконувати швидко локалізацію.

Екологічність виконання рубок не викликає двоякого трактування, особливо що стосується рубок в гірських лісах. Хоча це питання є комплексним, однак можна виділити основні напрямки його реалізації. Першочергово це є максимальне збереження лісового середовища з недопущенням зародження та розвитку таких негативних наслідків, як ерозійні процеси або змив родючого шару ґрунту. Не менш вадливим є уникнення забруднення атмосфери, ґрунту та водних об'єктів, що може викликатися наслідками експлуатації певної системи лісосічних машин.

Зазначений вище принцип на пряму пов'язаний із питанням енергоефективності виробництва. Під час виконання комплексу основних лісосічних робіт, потужність задіяних машин першочергово має відповідати як умовам роботи, так і геометрично масовим характеристикам предмету праці. Незважаючи, що роботи виконуватимуться в гірських умовах, виконання рубок формування та оздоровлення лісових насаджень нем потребує застосування потужної техніки, що може завдавати значних руйнувань і споживати значні об'єми паливно-мастильних матеріалів.

Планування рубок та розроблення технології їх виконання, має ґрунтуватися на останніх наукових дослідженнях в цьому напрямку. Практична реалізація результатів наукових досліджень, дозволить підтримувати не тільки зв'язок науки з виробництвом, але і сприятиме більш швидкому розвитку новітніх технологій, які стануть перспективними для виконання рубок.

На сучасному рівні розвитку науки і техніки, максимально слід впроваджувати поївну механізацію виробництва, особливо на важких і небезпечних операціях процесу. Останні тенденції в цьому напрямку передбачають широке використання робототехніки, що може функціонувати з базуючись на можливостях штучного інтелекту.

### **2.3. Проект удосконалення технології виконання рубок формування і оздоровлення лісових насаджень у відповідності до виробничих умов дочірнього лісогосподарського підприємства ОКС ЛГП «Галсієльліс»**

#### **2.3.1 Підбір машин та устаткування для основних робіт**

Одним із визначальних чинників успішного і екологічно безпечного виконання лісосічних робіт є правильно підібрана система лісосічних машин, яка максимально відображає лісоексплуатаційні умови. На це впливає цілий комплекс чинників, які тою чи іншою мірою визначають які машини чи обладнання слід застосовувати на тій чи іншій операції. Першочергово слід брати до уваги рельєфні умови, вид та систему рубки та проектні об'єми заготівлі деревини. Інші чинники зазвичай мають опосередкований вплив на вибір системи машин для виконання рубки.

У відповідності до зазначеного, слід вибирати лісосічні машини, які застосовуватимуться в гірських умовах лісозаготівлі під час виконання рубок формування та оздоровлення лісових насаджень з досить невеликим річним об'ємом деревини. Також, відомо з характеристики підприємства, що його лісосировинна база є досить розосереджена на значній відстані, а середній об'єм стовбура коливається в межах  $0,6\text{ м}^3$ . При цьому, вивезення деревини з лісосіки виконується виключно у вигляді стовбурів. Таким чином, очевидно, що технологічний процес лісосічних робіт, включатиме весь комплекс стандартних операцій, першою з яких є зрізання дерев на площі рубки.

Першочергово враховуючи не великі річні об'єми заготівлі деревини, а відповідно і невеликий змінний об'єм заготівлі, операцію зрізання дерев доцільно виконувати використовуючи ручні бензиномоторні пили. На користь цього впливає і гірський рельєф місцевості, який обмежує застосування наземної техніки, а багатоопераційної і поготів. Для формування спрощених логістичних шляхів забезпечення даних інструментів запасними частинками та паливно-мастильними матеріалами, слід формувати парк таких інструментів на основі однієї домінуючої моделі. Враховуючи ефективність у виробничих умовах, слід за основу прийняти бензопилу STIHL MS – 362.

Очевидно, що дана модель бензиномоторної пили використовуватиметься і на інших операціях технологічного процесу, які можна виконувати за допомогою бензиномоторних пил. Зокрема, це зрізання гілок із зрізаних дерев та розкрязування стовбурів дерев на сортименти.

Зважаючи на складний рельєф в зоні діяльності лісогосподарського підприємства, очевидно, що для трелювання деревини необхідно використовувати різні трелювальні машини, як для наземного так і для повітряного трелювання. Крім того, очевидно слід застосовувати механізовані засоби, що можуть принаймні частково замінити кінне трелювання.

Таким чином, в якості ведучої трелювальної машини з метою повної механізації процесу, доцільно вибрати форвардер середньої чи легкої серії, які добре себе зарекомендували на лісозаготівлях європейських країн. Зокрема, хорошу техніку такого класу виготовляє фінська фірма Vimek, яка є одним із провідних європейських виробників трелювальної техніки. Для заданих лісоексплуатаційних умов, доцільно використати колісний форвардер легкої серії Vimek 610.2. Завдяки високій маневровості та досить значній вантажопідемності в межах 7т, ця машина добре працюватиме під час проведення рубок формування та оздоровлення лісів.

Однак, стрімкі схили на яких розміщуються значні площі лісів підприємства обмежують застосування наземної техніки. В таких умовах слід використовувати технічні засоби для трелювання деревини в горах. Найбільш доступними і ефективними для умов України є підвісні канатні установки. Таке устаткування дозволить максимально знизити негативний вплив процесу, зокрема на лісові ґрунти. Доцільно використовувати мобільні канатні установки з короткотривалим їх монтажем і демонтажем. Такою установкою може бути «LARIX-3T», європейського виробника з вантажопідемністю 3т.

В якості допоміжних механізованих трелювальних засобів можна використовувати міні скідери на колісному чи гусеничному ході. При цьому не слід повністю виключати застосування коней. В якості міні скідера, можна вибрати фінський міні скідер «IRON HORSE» на гусеничному ході.

### **2.3.2 Вибір основних способів розроблення лісосік рубок формування та оздоровлення лісових насаджень**

Відомо, що рубки формування та оздоровлення лісів включають комплекс різних рубок, основними з яких є рубки догляду та санітарні рубки. Одні і другі в лісогосподарському підприємстві виконуються в значних об'ємах. Однак, кожен із зазначених видів рубок має свою господарську мету і суттєво відрізняються технологією та способами розроблення лісосік.

Зокрема санітарні рубки виконують переважно із застосуванням суцільної системи рубки, що не притаманно рубкам пов'язаних із доглядом лісових насаджень. Спільним для цих рубок є те, що площа лісосік при їх проведенні не має чітких обмежень, а тому її встановлюють з врахуванням прийнятої технології та способу рубки і типу трелювального механізму. При цьому розміри лісосіки мають сприяти розвитку максимальної продуктивності трелювального механізму та доступність лісового насадження.

Для виконання рубок догляду, можна використовувати три основні способи розробки лісосіки. Це розробка лісосіки вузькими пасіками, середніми пасіками та широкими пасіками. У випадку вузьких пасік, ширина пасіки приймається в межах 20...30м з прокладанням трелювального волоку зазвичай по середині пасіки. В залежності від ситуації, вибрані дерева зрізаються відразу на кожній із півпасік або пів пасіку ще ділять на смуги із послідовним зрізанням на них дерев, спочатку на ближній до волока, а потім на віддаленій смузі. В залежності від вибраного напрямку розробки пасіки, трелювання лісоматеріалів виконуватиметься за відземки або вершини.

При способі освоєння середніми пасіками, ширину пасіки збільшують до 35...50м. Кожну із пів пасік також ділять на смуги відповідної ширини, зазвичай 10...15м і розробляють їх від волока до краю пасіки. З ближніх смуг деревину трелюють відразу основним трелювальним механізмом, а з дальніх, зазвичай виконують її попереднє переміщення ближче до трелювального волока. Такий спосіб розробки найчастіше використовується під час виконання рубок догляду, розпочинаючи від прочистки, прорідження і далі.

Існує також спосіб розробки широкими пасіками, що передбачає доведення ширини лісосіки до 60...100м. При цьому способі виконується трелювання деревини в кілька етапів. Спочатку її переміщують до волока, а далі в роботу вступає основний трелювальний механізм. Очевидно, що для гірських умов, цей спосіб розробки пасіки не підходить.

В підсумку, можна приймати до уваги два способи розробки лісосік рубок догляду в дочірньому лісогосподарському підприємстві ОКС ЛПП «Галсієльліс» – спосіб вузьких пасік та спосіб середніх пасік. Під час виконання санітарних рубок, застосовуватиметься в основному суцільна система рубки.

Враховуючи попередньо обґрунтовану систему машин та зокрема, технічні дані трелювальної техніки, приходимо до висновку, що параметри лісосік для виконання рубок формування і оздоровлення лісів слід приймати з такими розмірами 100×300...350м. Тоді загальна площа лісосіки складе:

$$S_{л}^{н.в.} = B \times L = 100 \times 350 = 3,5га$$

де  $B$ ,  $L$  – прийнята ширина і відповідна довжина лісосіки рубки формування і оздоровлення лісів, м.

Володіючи даними про середній запас деревини на одиниці площі лісового насадження, яка отримується внаслідок виконання рубки, встановлюємо ліквідний запас деревини на одній лісосіці даних рубок:

$$Q_{л}^{н.в.} = S_{л}^{н.в.} \times M_{1га}^{н.в.} = 3,5 \times 65,0 = 227,5м^3$$

де  $M_{1га}^{н.в.}$  – об'єм деревини, який отримується з 1га площі лісосіки внаслідок виконання рубки формування і оздоровлення лісів, м<sup>3</sup>/1га .

Отримані практичні результати розрахунків, дозволяють виконати розрахунок загальної кількості лісосік зазначеного виду рубки, яка буде:

$$n = \frac{Q_P}{Q_{л}^{н.в.}}$$

де  $Q_P$  – об'єм деревини, який отримується протягом року внаслідок виконання рубок формування та оздоровлення лісів, м<sup>3</sup>

$$n = \frac{15500,0}{227,5} \approx 68,0 \text{ лісосік}$$

Отримана розрахунковим шляхом кількість лісосік, може змінюватися, залежно від зміни, зокрема об'єму санітарних рубок, які спрогнозувати заздалегідь важко.

### 2.3.3 Розрахунок нормативних об'ємів заготівлі деревини на рубках формування та оздоровлення лісів

Для формування складу комплексної бригади, що працюватиме на лісосіці і виконуватиме основні роботи, слід оперувати такими даними, як проектний змінний об'єм заготівлі деревини. Даний показник розраховується на основі кількості робочих днів та річних об'ємів заготівлі деревини.

Враховуючи умови розміщення лісогосподарського підприємства, приходимо до висновку, що лісосічні роботи можна проводити протягом року, як влітку так і взимку. Тобто, припускаємо, що відбуватиметься рівномірна лісозаготівля. При цьому слід врахувати загальну кількість робочих днів, протягом яких, виконуються основні роботи на лісосіках підприємства.

У відповідності до вимог трудового законодавства України, відомо що робочий день має становити не більше восьми годин при п'ятиденному робочому тижні. Якщо врахувати всі вихідні дні із загальної кількості днів року, а також святкові і можливі неробочі дні, то для розрахунку кількості робочих днів, можна використати формулу:

$$N = A - B - C - H, \text{ днів}$$

де  $N$  – кількість днів роботи комплексної лісозаготівельної бригади за один рік, дні;

$A$  – річна кількість днів, дні;

$B, C, H$  – відповідна кількість вихідних днів у році, офіційних святкових, а також днів непередбачуваних переривів в робочому процесі, дні;

$$N = 365 - 104 - 7 - 4 = 250 \text{ днів}$$

Таким чином, оперуючи отриманим результатом та об'ємом заготівлі деревини на підприємстві за рік, можна розрахувати проектний об'єм лісозаготівлі за одну добу.

$$Q_D = \frac{Q_P}{N}, \text{ м}^3 / \text{добу},$$

$$Q_D = \frac{Q_P}{N} = \frac{15500,0}{250,0} = 62,0 \text{ м}^3 / \text{добу}^9$$

Тут, слід відмітити, що в гірських умовах роботи виконуватимуться виключно в одну робочу зміну з врахуванням прийнятої системи машин. Таким чином, отриманий результат, відповідає також об'єму заготівлі за зміну.

#### **2.3.4. Проектні розрахунки продуктивності машин та інструментів, що входять в прийнятну систему машин і визначення їх кількості**

Проектну продуктивність техніки, що входить до прийнятої системи машин, розраховуватимемо для тих умов в яких остання працюватиме. В даному випадку розглядатимемо гірські умови.

Вище зазначалося, що зрізання дерев на площі, а також наступні операції такі як зрізання гілок і розкряжування, доцільно виконувати бензиномоторною пилою «STIHL MS –362», яка прийнята в якості основного механізму на зазначених операціях. Проектна продуктивність цього інструменту на зрізуванні дерев, визначатиметься як:

$$P = \frac{T \cdot C_t \cdot \eta_{cm}}{t} \text{ Equation.3, м}^3$$

де  $T$  – тривалість робочої зміни виражена в секундах, с;

$C_t$  – поправочний коефіцієнт, який виражає корисне використання інструменту за часом упродовж зміни,  $C_t = 0,28$ ;

$t$  – тривалість зрізання одного середнього дерева на площі відведеній в рубку, з врахуванням підготовчих робіт, с;

$q_{cm}$  – встановлений для рубок формування і оздоровлення лісів, середній об'єм стовбура, м<sup>3</sup>.

Процес зрізання дерева, виражатиметься сумою операцій:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

де  $t_1$  – час, що займає підхід робітника чи робочої ланки до дерева вибраного в рубку, с;

$t_2$  – час на допоміжну операцію з підрізання дерева для забезпечення його падіння у вибраному напрямку, с.

$$t_2 = \frac{2F_{II}}{P_{II} \cdot C_{II}}, \text{с.}$$

де  $F_{II}$  – загальна площа пропила відземка стовбура, що формує пропил необхідної глибини і форми, см<sup>2</sup>;

$P_{II}$  – технічне значення продуктивності чистого пиляння для апарату бензиномоторної пили, м<sup>2</sup>/с;

$C_{II}$  – коефіцієнт, який враховує на скільки використовується продуктивність чистого пиляння інструменту підрізаючи стовбур дерева.

$$F_{II} \approx \frac{1}{3} \times \frac{\pi d_K^2}{4}, \text{м}^2,$$

де  $d_K$  – діаметр стовбура дерева у відземковій його частині в вибраному для підрізання місці, м.

Щоб розрахувати діаметр відземкової частини стовбура в місці зрізання дерева, можна скористатися залежністю:

$$d_K = C_K \cdot d_0, \text{м.}$$

де  $C_K$  – коефіцієнт форми стовбура, що відображає залежність зміни діаметру у вибраному місці по довжині стовбура,  $C_K = 1, 1, \dots, 1, 25$ ;

$d_0$  – діаметр заміряний на висоті стовбура, яка знаходиться на відстані 1,3м від порверхні ґрунту, м.

Згадуваний вище діаметр стовбура, можна розрахувати аналітично, скориставшись його об'ємом і довжиною:

$$\text{Equation.3} \quad d_0 = 1,25 \times \sqrt{\frac{q_{cm}}{L_{cm}}} = 1,25 \times \sqrt{\frac{0,65}{15,0}} = 0,26 \text{ Equation.3 м}$$

Відповідно, інше шукане значення діаметру стовбура становитиме:

$$d_k = C_K \times d_0 = 1,2 \times 0,26 = 0,32 \text{ м,}$$

Свою чергою, загальна площа пропилу, що утворює підріз стовбура, матиме таке розрахункове значення:

$$F_{II} \approx \frac{1}{3} \times \frac{\rho \times d_k^2}{4} = \frac{1 \times 3,14 \times 0,32^2}{3 \times 4} = 0,03 \text{ м}^2$$

Розрахункова технологічна т тривалість операції з формування підрізу стовбура дерева, складе:

$$t_2 = \frac{2 \times F_{II}}{II_{II} \times K_{II}} = \frac{2 \times 0,03}{0,012 \times 0,55} = 10,0 \text{ с}$$

$t_3$  – часовий проміжок між виконанням суміжних операцій процесу зрізання дерева: виконанням підрізу і головного різі, с;

$t_4$  – тривалість зрізання дерева з врахуванням площі не допиляної деревини, що утворює недоріз, с.

$$t_4 = \frac{\frac{\rho d_k^2}{4} - F_{II} - F_H}{II_{II} \times K_{II}} = \frac{\frac{3,14 \times 0,34^2}{4} - 0,03 - 0,005}{0,012 \times 0,55} \approx 9,0 \text{ с}$$

де  $F_H$  – загальна площа деревини, що складає недоріз, м<sup>2</sup>.

Після визначення тривалості всіх операцій, що входять до складу процесу зрізання дерева, можна розрахувати загальну тривалість даного процесу, згідно вище згадуваної формули:

$$t = 30,0 + 10,0 + 13,0 + 9,0 = 62,0 \text{ с}$$

Отриманий результат, не відображає реальні умови роботи інструменту на даній операції тому, що сильно відрізняється від нормативного в меншу сторону. На основі цього, приймаємо нормативне значення, яке становить 120с.

$$П = \frac{T \times C_t \times Q_{cm}}{t} = \frac{28800 \times 0,28 \times 0,65}{120,0} = 43,7 \text{ м}^3 / \text{зм} \text{ Equation.3}$$

Даний інструмент також планується застосовувати на наступній операції пов'язаній з обробкою зрізаного дерева. На операції з очищення дерева від гілок. Для визначення розрахункової продуктивності на цій операції, використаємо відому формулу:

$$П = \frac{T \times C_1 \times I_{II} \times Q_{cm}}{f}, \text{ м}^3 / \text{зм}$$

де  $C_1$  – коефіцієнт, використання змінного часу під час виконання операції з очищення зрізаного дерева від гілок біля пня;

$f$  – загальна площа зрізу гілок на одному стовбурі, після його обробки, яка залежить від породи та об'єму стовбура,  $\text{м}^2$ .

$$П = \frac{T \times C_1 \times I_{II} \times Q_{cm}}{f} = \frac{28800 \times 0,2 \times 0,01 \times 0,65}{0,16} = 234,0 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

Розкрязування стовбурів на сортименти відповідної довжини може виконуватися або на лісосіці після зрізання гілок або в іншому місці, такому як проміжний склад, проміжна площадка чи верхній склад. На цій операції також запроектовано використовувати бензиномоторну пилу «STIHL MS –362», розрахункову продуктивність отримаємо з формули:

$$П_{зм} = \frac{T \times C_1 \times Q_{cm}}{T_u}$$

де  $C_1$  – аналогічний коефіцієнт використання бензиномоторної пили за часом але на операції кряжування стовбурів;

$T_u$  Equation.3 – час, протягом якого відбувається остаточне розкрязування середнього за об'ємом стовбура, с.

Для розрахунку тривалості розкрязування стовбура бензопилою, скористаємося такими реальними таксаційними даними, як середня довжина стовбура, його діаметр на висоті 1,3м та довжина сортименту.

$$T_u = \frac{0,8 \times n \times d_{cp}^2}{4P_{u,p}},$$

де  $n$  – розрахункова кількість пропилів, які слід виконати для того, щоб отримати готові сортименти з одного стовбура;

$d_{cp}$  – середній діаметр стовбура, отриманий як середнє арифметичне діаметрів в місці виконання пропилів, м.

$$T_u = \frac{0,8 \times 0,814 \times 0,2^2}{4 \times 0,012} \approx 15,0 \text{ с}$$

Отримане розрахункове значення відображає лише чисту роботу пиляння пиляльного апарату бензиномоторної пили «STIHL MS –362». Для відображення реальних умов роботи, слід його підкоректувати в сторну збільшення та використати відповідні коефіцієнти під час розрахунку розрахункової продуктивності бензопили.

$$P_{zm} = \frac{28800 \times 0,25 \times 0,65}{90,0} = 52,0 \text{ Equation.3 м}^3/\text{зм}$$

Під час планування лісосічних робіт та організації їх на місцевості, використовується так званий потоковий метод, коли наступна операція розпочинається після завершення попередньої. Для спрощення процесу в цілому та зменшення кількості технічних засобів, застосовується комплексне виконання окремих операцій одним технічним засобом, якщо це можливо. Найчастіше так використовувати можна бензиномоторну пилу на суміжних операціях. В цьому випадку, бензопилу можна використовувати на суміжних операціях зрізання дерев та зрізання гілок, а комплексну продуктивність розрахувати за формулою:

$$P_K = \frac{P_{зв} \times P_{зр}}{P_{зв} + P_{зр}}, \text{ м}^3 / \text{зм}.$$

$$P_K' = \frac{43,7 \times 234,0}{43,7 + 234,0} = 36,8 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Або на трьох суміжних операціях, які виконуються послідовно, а це зрізання дерев, зрізання гілок і кряжування стовбурів на сортименти. Тоді вираз для розрахунку комплексної продуктивності, матиме вигляд:

$$P_K = \frac{P_{ЗВ} \times P_{ЗР} \times P_{кр}}{P_{ЗВ} + P_{ЗР} + P_{кр}}, \text{ м}^3 / \text{зм}$$

$$P_K'' = \frac{43,7 \times 234,0 \times 2,0}{43,7 \times 234,0 + 234,0 \times 2 + 43,7 \times 2,0} = 21,6 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Близьку до реальних умов продуктивність мобільної канатної установки "LARIX – 3T" за одну робочу зміну, що використовуватиметься на тих гірських схилах, де неможливе використання трелювального трактора, розрахуємо використовуючи таку формулу:

$$P_{ЗМ} = \frac{(T - t_{нз}) \times C_t \times Q_n}{\sum_{i=1}^4 t_i}$$

де  $t_{нз}$  – тривалість огляду та підготовки канатної установки до роботи на початку кожної робочої зміни, с;

$C_t$  – коефіцієнт, використання часу робочої зміни, який приходить безпосередньо на транспортування деревини з лісосіки і подачі каретки назад;

$Q_n$  – корисний об'єм деревини, який складає рейсове навантаження, м<sup>3</sup>;

$t_1, t_2$  – відповідні часові тривалості подачі каретки на лісосіку і переміщення деревини на приймальну площадку, с;

$t_3$  – сумарний час, що відводиться на формування пакету лісоматеріалів та фіксування його на вантажній каретці, с;

$t_4$  – нормативний час на приймання деревини на приймаючій площадці та відчеплення пакета від каретки, с.

$$t_1 = \frac{2l_{cp}}{v_{cp1}}; \quad t_2 = \frac{2S_{cp}}{v_{cp2}},$$

де  $l_{cp}$  – встановлена розрахунковим шляхом, середньозважена відстань переміщення вантажної каретки по трасі канатної установки, м;

$S_{cp}$  – встановлена довжина шляху підтрелювання лісоматеріалів до несучого канату, м;

$v_{cp1}$  – встановлена середня швидкість переміщення каретки під час виконання повного робочого циклу, м/с;

$v_{cp2}$  – встановлена швидкість трелювання лісоматеріалів волоком до несучого канату установки, м/с.

$$t_1 = \frac{2800,0}{3,0} = 200,0 \text{ с}; \quad t_2 = \frac{280,0}{0,4} = 150 \text{ с}, \quad t_3 = a_0 Q; \quad t_4 = b_0 + c_0 Q,$$

де  $a_0, b_0, c_0$  – емпіричні коефіцієнти:  $a_0 = 38,0; b_0 = 26,0; c_0 = 7,8$

На підставі максимального навантаження нас несучий канат установки, можна розрахувати об'ємну масу деревини для рейсового навантаження:

$$Q_n = \frac{G_k}{g},$$

де  $G_k$  – допустиме навантаження нас несучий канат установки, т;

$$Q_n = \frac{3,0}{0,85} = 3,5 \text{ м}^3$$

$$t_3 = 38,0 \cdot 3,5 = 483,0 \text{ с}; \quad t_4 = 26,0 + 7,8 \cdot 3,5 = 54,0 \text{ с}.$$

З метою відображення більш реальних умов роботи канатної установки, тривалість окремих технологічних операцій, пов'язаних із завантаженням та підтрелюванням деревини, а також операції на приймальній площадці заокруглюємо у більшу сторону, тоді:

$$P_{zm} = \frac{(28800 - 2400) \cdot 0,75 \cdot 3,5}{250,0 + 200,0 + 500,0 + 200,0} = 60,3 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Щоб отримати розрахункове значення продуктивності форвардера Vimek 610.2 максимально близьким до реальних умов його роботи, слід врахувати технологію його застосування. Дана машина виконуватиме збір сортиментів з площі лісосіки або завантажуватиме їх із попередньо сформованих укладок біля трелювального волока. Продуктивність за зміну, виражатиметься формулою:

$$P_{зм} = \frac{(T - t_{н.з.}) \cdot \mathcal{K}_t \cdot Q_n}{T_{ц}}$$

де  $Q_n$  – об’ємна маса деревини, що відповідає рейсовому навантаженню з врахуванням гірських умов, м<sup>3</sup>;

$T_{ц}$  – повна тривалість одного рейсового циклу, включаючи час завантаження деревини, маневрування та розвантаження, с.

$$T_{ц} = t_1 \frac{Q}{q_c} + t_2 + t_3 + t_4 \frac{Q}{q_c} + t_5 + t_6,$$

де  $t_1$  – нормативний час вкладання одного сортименту маніпулятором на платформу форвардера, с;

$q_c$  – розрахунковий середній об’єм сортименту на площі рубок формування і оздоровлення лісів, м<sup>3</sup>;

$t_2$  – тривалість вантажного рейсу форвардера в умовах гірської лісосіки з максимальним завантаженням, с;

$t_3$  – тривалість маневрових переміщень форвардера на розвантажувальній площадці включно з його розворотами, с;

$t_4$  – нормативний час, відведений на розвантаження одного сортименту та його укладання, с;

$t_5$  – час на подолання середньої відстані трелювання в незавантаженому стані з врахуванням гірських умов, с;

$t_6$  – загальна тривалість маневрових переміщень машини, пов’язаних із процесом завантаження сортиментів на лісосіці, с.

$$t_2 = \frac{l_{cp}}{u_B}; \quad t_5 = \frac{l_{cp}}{u_X}$$

де  $l_{cp}$  – встановлена середньозважена відстань, яку долає форвардер в процесі виконання одного рейсового циклу переміщення деревини, м;

$u_X, u_B$  – робочі швидкості форвардера з врахуванням гірських умов його експлуатації, з деревиною і без деревини, відповідно, м/с.

$$t_2 = \frac{300}{1,5} = 200c; \quad t_5 = \frac{300}{2,0} = 150c$$

$$T_u = 7 \times \frac{10,0}{0,15} + 200 + 155 + 7 \times \frac{10,0}{0,15} + 150,0 + 155 = 1594,0c$$

$$P_{зм} = \frac{(28800 - 1800) \times 0,8 \times 0,0}{1594,0} = 135,5 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Щоб удосконалити процес трелювання деревини за допомогою коней, пропонується використовувати спеціальні трелювальні засоби для трелювання лісоматеріалів в напівзавантаженому стані. Такі засоби можуть представляти собою двоколісні, одноосьові візки або підсанки. В цьому випадку продуктивність такої кінної упряжки, розраховують згідно формули:

$$P_{зм} = \frac{(T - t_{nz}) Q_n \mathcal{K}_t}{t_{np} + \frac{l_{cp}}{u_B} + t_o + \frac{l_{cp}}{u_{пор}}}$$

де  $Q_n$  – середній розрахунковий об'єм деревини на рейс,  $\text{м}^3$ ;

$t_{np}$  – тривалість завантаження деревини на кінний трелювальний засіб, с;  $t_{np} = 480$  с;

$l_{cp}$  – прийнятий середній радіус роботи кінної упряжки в межах лісосіки, м;  $l_{cp} = 70$  м;

$u_B$  – розрахункова швидкість переміщення кінної упряжки з деревиною в межах лісосіки, м/с;  $u_B = 0,8$  м/с;

$u_{пор}$  – розрахункова швидкість руху кінної упряжки по лісосіці без деревини, м/с;  $u_{пор}=1,1$  м/с;

$t_o$  – розрахункова тривалість розвантаження кінного трелювального засобу, с;  $t_o=200$  с.

Сила тяги однокінної трелювальної упряжки, визначається як:

$$F_k = \gamma \cdot P,$$

де  $\gamma$  – емпіричний коефіцієнт,  $\gamma = 0,35$ ;

$P$  – розрахункова маса коня, кг;  $P=500$  кг.

$$F_k = 500 \cdot 0,35 = 175 \text{ кг}$$

Відповідно, масу деревини, що може трелювати однокінна упряжка, можна встановити за формулою:

$$Q_n = \frac{F_k}{w_{\phi}},$$

де  $w_{\phi}$  – розрахунковий питомий опір, що виникатиме під час трелювання деревини з використанням трелювального засобу, кг/м.

$$Q_n = \frac{175,0}{210,0} = 0,83 \text{ м} = 830 \text{ кг}.$$

Отримане значення маси деревини, переводимо в об'ємну масу деревини, враховуючи породний склад:

$$V_n = \frac{0,83}{0,85} = 0,97 \text{ м}^3.$$

Розрахункова робоча змінна продуктивність однокінної упряжки з трелювальним засобом, складатиме:

$$P_{зм} = \frac{(28800 - 1200) \cdot 0,65 \cdot 0,97}{480,0 + \frac{70,0}{0,8} + 200,0 + \frac{70,0}{1,1}} = 20,9 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку системи машин на підставі їх розрахункової змінної продуктивності

Назва операцій	Марки машин і обладнання	Змінне завдання, м <sup>3</sup>	Змін. продуктивність, м <sup>3</sup>	К-сть робітників на 1 мех. год	Розрахункова к-сть		Прийнята к-сть	
					машин	робітників	машин	робітників
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Лісосіки з тракторним трелюванням</b>								
Звалювання дерев зрізання гілок кражування	„STIHL MS 362”	35,0	21,6	2,0	1,6	3,3	2,0	4,0
Підтрелювання сортиментів	Коні	35,0	20,9	2,0	1,7	3,4	2,0	4,0
Трелювання сортиментів	Vimek 610 2	35,0	135,5	1,0	0,3	0,3	1,0	1,0
Разом	-	-	-	-	-	-	5,0	9,0
<b>Лісосіки з трелюванням підвісними канатними системами</b>								
Звалювання дерев і зрізання гілок	„STIHL MS 362”	27,0	36,8	2,0	0,7	1,4	1,0	2,0
Підтрелювання сортиментів	Коні	27,0	20,9	2,0	1,3	2,6	2,0	4,0
Трелювання сортиментів	«LARIX -3T»	27,0	60,3	4,0	0,5	2,0	1,0	4,0
Кражування стовбурів	„STIHL MS 362”	27,0	52,0	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0
Разом:	-	-	-	-	-	-	5,0	11,0
Всього:	-	-	-	-	-	-	10,0	20,0

#### 2.4 Розрахунок трудовитрат для забезпечення виконання підготовчих і допоміжних робіт

Ефективне та безпечне виконання основних лісосічних робіт, значною мірою залежить від організації та якості виконання робіт, які їм передують. Такими роботами є комплекс підготовчих робіт, направлених на безпосередню технологічну підготовку площі до освоєння та виконання робіт безпекового характеру. В даному випадку їх виконуватиме бригада задіяна на розробці лісосіки, виконуючи їх паралельно з основними роботами.

Допоміжні роботи пов'язані з матеріально-технічним забезпеченням процесу та створенням комфортних побутових умов під час перебування робітників на лісосіці не залежно від пори року.

**Таблиця 2.2 – Розрахунок трудовитрат на підготовчі і допоміжні роботи рубок формування і оздоровлення лісів**

№	Назва операцій	Одини- ці виміру	Об'єм робіт на лісосіці	Кількість лісосік, шт	Загаль- ний об'єм робіт	Норма виробіт- ку	Потріб- на кількість люд./дн
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Підготовчі роботи</b>							
1	Розмітка меж пасік і волоків	км	3,5	68,0	238,0	2,3	103,5
2	Підготовка магістральних трелювальних волоків	км	0,5	34,0	17,0	0,06	283,3
3	Будівництво навантаж. пункту	шт	1,0	68,0	68,0	0,25	272,0
4	Підготовка лісосіки до механізованої заготівлі	га	3,5	68,0	238,0	1,8	132,2
5	Монтаж і де- монтаж канат- ної установки	шт.	1,0	28,0	28,0	60,0	1680,0
Разом:		-	-	-	-	-	2471,0
<b>Допоміжні роботи</b>							
1	Заточування і правка інструмент.	л.дн./тис.м <sup>3</sup>	0,228	68,0	15,5	3,0	46,5
2	Перебазування бригад на нову лісосіку	-/-	0,228	68,0	15,5	6,5	100,8
3	Доставка робітників до місця роботи	люд.дн.	-	-	500,0	1,0	500,0
4	Доставка ПММ	-/-	-	-	500,0	1,0	500,0
5	Охорона обладнання	-/-	-	-	-	-	845,0
6	Утримання і ремонт машин і обладнання	л.дн./тис.м <sup>3</sup>					
	- Vimek 610.2	-/-	0,228	38,0	8,7	7,0	60,9
	- «LARDX-3T»	-/-	0,228	30,0	6,8	15,0	102,6
7	Ремонт чокоерів	л.дн./тис.м <sup>3</sup>	0,228	68,0	15,5	1,0	15,5
		-/-					
Разом:		-	-	-	-	-	2171,3
Всього:		-	-	-	-	-	4642,3

Зважаючи на те, що підготовчі роботи виконуватимуться силами самої комплексної бригади, що розроблятиме лісосіку, слід бригаду забезпечити додатковими технічними засобами для виконання зазначених робіт.

## **2.5 Охорона праці та техніка безпеки під час реалізації основних лісосічних робіт рубок формування і оздоровлення лісів**

Проектування та реалізація заходів з техніки безпеки під час побудови технологічного процесу лісосічних робіт є невідомою складовою процесу. Першочергово це стосується системи лісосічних машин та технології їх застосування. Зокрема, техніка має допускатися до експлуатації лише в справному стані та використовуватися суто за призначенням. Головна увага при цьому має приділятися стану технологічного устаткування, як елементу, що постійно контактує з предметом праці, утримуючи його, піднімаючи, переміщуючи та ін.

В гірських умовах, самохідна техніка має багато обмежень стосовно умов її використання. Першочергово це стосується максимального ухилу місцевості та величини робочого навантаження. Одне і друге має чітко виконуватися відповідно до типу техніки. Немаловажне значення має пора року та погодні умови, які накладають додаткові обмеження.

Правильно побудований технологічний процес лісосічних робіт, забезпечує безпечні умови виконання кожної із операцій. В цьому плані, стосовно гірських умов, існує чітка вимога, яка забороняє виконання будь-яких операцій нижче по схилу, якщо вище виконуються роботи. Тобто, роботи нижче по схилу можуть виконуватися лише на сусідніх пасіках, а трелювання деревини з пасіки, може розпочинатися лише після завершення на ній всіх інших робіт з дотриманням всіх заходів техніки безпеки.

Працівники зайняті на основних лісосічних роботах, першочергово мають забезпечуватися засобами індивідуального захисту, сезонним робочим одягом та необхідними допоміжними інструментами і технічними засобами. Регулярно проходити інструктажі з техніки безпеки та охорони праці.

## **2.6 Первинні заходи зменшення негативного впливу на довкілля та збереження лісового середовища**

Гірська лісова екосистема найбільш вразлива та найбільш важковідновлювальна тому, потребує ретельно продуманих підходів до забезпечення мінімізації негативного впливу лісозаготівлі. Зокрема, найбільше під час лісозаготівельного процесу потерпають ґрунти на схилах та гірські водні потоки. Інші негативні наслідки, зазвичай є похідними від зазначених.

Таким чином, найбільший негатив на лісову екосистему має наземна трелювальна техніка, особливо у випадку недотримання базових вимог її застосування в гірських умовах. Так, трелювання деревини слід виконувати по попередньо прокладених і укріплених магістральних та інших трелювальних шляхах, які мають допустимий керівний ухил. Такі шляхи ні в якому разі не можуть проходити гірськими струмками та водними потоками. Трелювальна техніка має бути виключно на колісному ході із шинами широкого профілю та низького тиску. Додатково можуть використовуватися армовані гумові еластичні гусениці поверх шин коліс. При цьому, слід прагнути використовувати трелювальне устаткування, що дозволяє трелювати деревину в повністю завантаженому стані. Тобто, найкраще підходять колісні форвардери із маніпуляторами та причепами.

Позитивного екологічного ефекту можна добитися шляхом запровадження двох та кілька етапного трелювання деревини із застосуванням різних трелювальних засобів, кожен з яких є найбільш екологічно безпечним для певного етапу трелювання. Зокрема, для переміщення круглих лісоматеріалів із насадження до трелювального шляху, слід широко використовувати міні трелювальні механізовані засоби та гужовий транспорт із відповідним трелювальним обладнанням. При цьому, слід дотримуватися обмеження довжини лісоматеріалів для мінімізації пошкодження залишених на площі дерев. Особливо це актуально під виконання рубок догляду.

Зменшення токсичних викидів в атмосферу, застосовуючи пальне на рослинній основі та зменшення шуму, зменшує негативні наслідки на фауну.

## 2.7 Підсумкові результати удосконалення технологічного процесу рубок формування та оздоровлення лісів у Сколівському дочірньому лісогосподарському підприємстві ОКС ЛГП «Галсілляліс»

Отримані проектні результати ґрунтуються на теоретичних розрахунках, хоча є досить близькими до реальних умов, зважаючи на використання реальних виробничих показників роботи підприємства та природних умов.

**Таблиця 2.3** – Зведені проектні показники удосконалення технології виконання рубок формування і оздоровлення лісів у Сколівському дочірньому лісогосподарському підприємстві ОКС ЛГП «Галсілляліс»

№ п/п	Назва показника	Одиниці виміру	Величина показника
1	2	3	4
1.	Річний об'єм рубок формування і оздоровлення лісів	м <sup>3</sup>	15500,0
2.	Середній ліквідний запас лісу на 1 га:	м <sup>3</sup> /га	65,0
3.	Середній об'єм стовбура	м <sup>3</sup>	0,65
4.	Змінний об'єм заготівлі деревини	м <sup>3</sup> /зм	62,0
5.	Загальна чисельність робітників задіяних на основних лісосічних роботах	чоловік	20,0
6.	Комплексний виробіток на одного робітника за одну робочу зміну	м <sup>3</sup> /робітн.	3,1
7.	Кількість комплексних бригад	од.	2,0
8.	Кількість лісосік	од.	68,0
9.	Склад насадження	-	8Ял4Яц2Бк+Ос
10.	Степінь механізації робіт на основних лісосічних роботах	%	73,0
11.	Енергоозброєність одного робітника на основних лісосічних роботах	кВт/робітн.	12,7

### **3. ТЕХНІЧНА ПРОПОЗИЦІЯ ДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТРЕЛЮВАЛЬНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ГІРСЬКИХ УМОВ**

#### **3.1 Тип та умови застосування трелювального засобу**

В якості основних трелювальних механізмів запропонованих в проектній частині роботи є колісний форвардер, який працюватиме на схилах, що не перевищують  $22^{\circ}$  та мобільна канатна установка, яка використовуватиметься на більш крутих схилах. Разом з тим, технічні можливості зазначених машин не завжди забезпечують трелювання деревини з усієї площі. Особливо під час застосування поступових та вибіркового рубок та під час проведення рубок догляду за лісовими насадженнями. В таких умовах постає необхідність у використанні трелювальних засобів, які можуть ефективно переміщуватися лісовим насадженням та трелювати деревину до основних шляхів.

На даний час в господарстві на зазначених роботах використовуються коні із найпростішим трелювальним обладнанням у вигляді ланцюгів за допомогою якого можна трелювати деревину волоком. Очевидно, що таке трелювання є низькопродуктивним, виснажливим та виконується на досить короткі відстані. Для вирішення цієї проблеми було запропоновано використовувати міні скідери, а для підвищення ефективності роботи гужового транспорту пропонується використовувати відповідні технічні засоби.

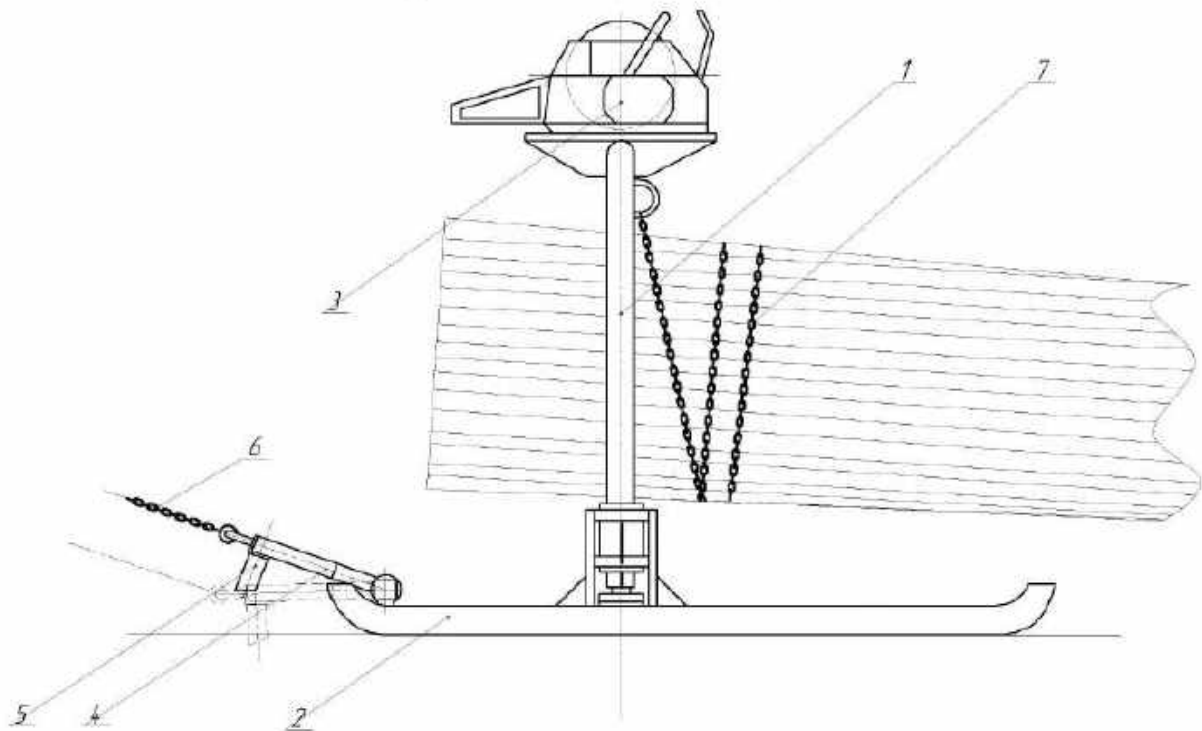
Разом з тим, існуючі типи причіпних трелювальних засобів, що можуть використовуватися в складі гужового транспорту потребують певних технічних вдосконалень в питанні полегшення завантаження деревини та можливості використання в гірських умовах. Першочергово, такі трелювальні засоби мають забезпечувати трелювання лісоматеріалів в напівзавантаженому стані, що суттєво зменшить загальний опір переміщення вантажу. Крім того, слід запропонувати конструкційні рішення для забезпечення самогальмування трелювального засобу на схилі, під час руху його вниз.

Процес завантаження лісоматеріалу, а також зворотний процес, має забезпечуватися з мінімальним прикладанням фізичної сили, а сам трелювальний засіб повинен мати просту конструкцію і нескладні деталі.

### 3.2 Обґрунтування загальної конструкції причіпного трелювального засобу для використання на гірських схилах

В якості базової моделі причіпного трелювального засобу, вибрано підсанки для поштучного чи пакетного трелювання лісоматеріалів в напівзавантаженому стані. Такі трелювальні засоби широко використовуються під час гужового трелювання деревини. Загальний вигляд удосконаленого трелювального засобу, приведено на рисунках 3.1 та 3.2.

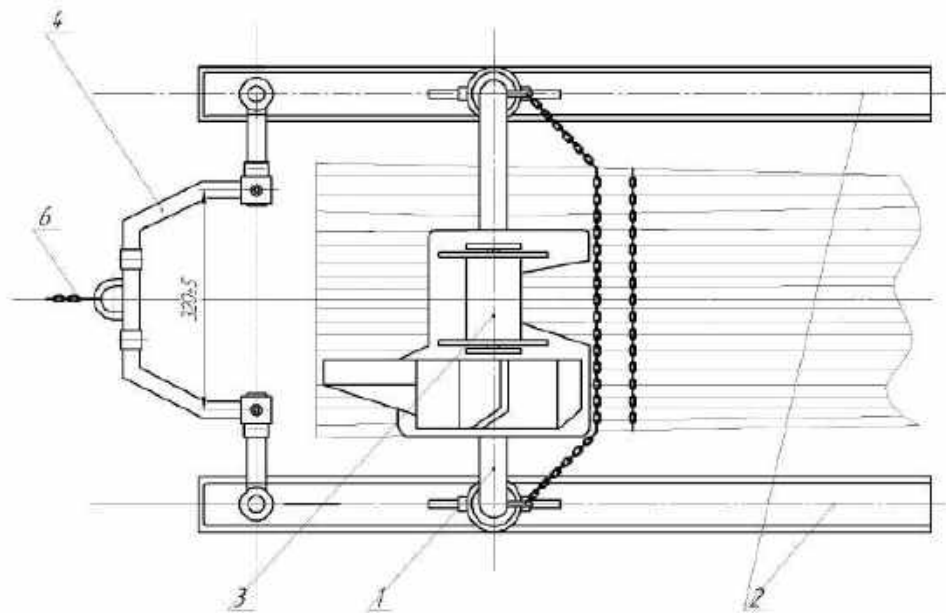
В даній конструкції причіпного трелювального засобу пропонується використовувати металеві санны полози 2 до яких кріпляться інші елементи конструкції. Основним несучим елементом є П-подібна 1 рамка, яка встановлена на полози спираючись на кульові опорні елементи.



**Рисунок 3.1** – Загальний вигляд удосконаленого трелювального засобу (вигляд збоку)

В передній частині трелювального засобу розміщується поворотно-гальмівна рамка 4 із зубами-упорами 5. Передача тягової сили здійснюється через тяговий ланцюг 6, а в якості механізму піднімання лісоматеріалу з наступним його кріпленням до рамки, пропонується використовувати

однобарбанну лебідку 3, яка встановлюється на поперечині П-подібної рамки та має привід від двигуна бензиномоторної пили.



**Рисунок 3.2** – Загальний вигляд удосконаленого трелювального засобу (вигляд зверху)

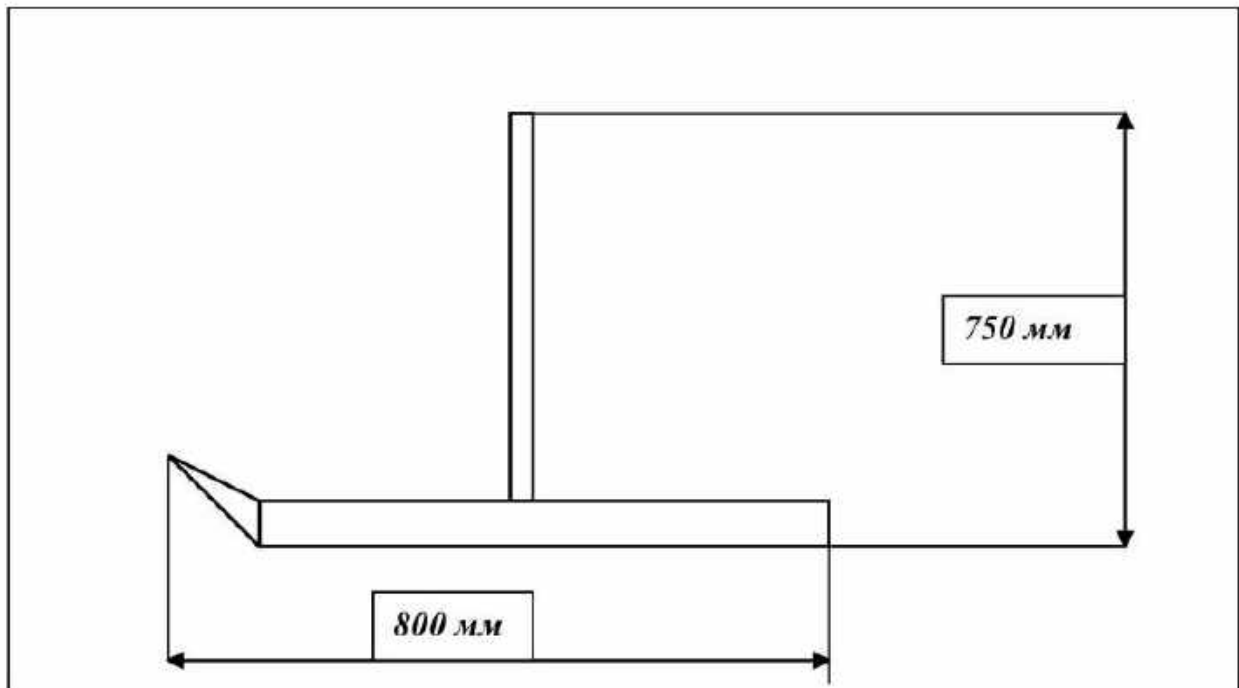
Для закріплення лісоматеріалу на трелювальному засобі, використовується увязуючий ланцюг 7, який закріплюється на рамці причепа.

Працює даний трелювальний засіб наступним чином. Для завантаження лісоматеріалу, потрібно встановити трелювальний засіб так, щоб останній розміщувався між полозами. Після цього, передня частина лісоматеріалу обмотується канатом, який намотується на барабан лебідки 3, після включення її двигуна. В результаті, після піднімання однієї сторони лісоматеріалу на певну висоту, його закріплюють ланцюгом 7 до до П-подібної рамки 1. Після чого, можна виконувати трелювання.

Під час трелювання, коли до тягового ланцюга 6 прикладається сила, то рамка 4 піднімається разом із зубами-упорами 5. Таким чином, останні не заважають рухові. Коли тягова сила рівна нулю, то згадувана рамка 4 опускається на поверхню руху, а зуби розміщені на ній впираються в неї. Трелювальний засіб загальмовується. Саме цей гальмівний механізм починає працювати, коли трелювальний засіб рухається схилом вниз і при цьому відбувається його «набігання» на тягач.

### 3.3 Встановлення базових геометричних розмірів трелювального засобу для міні тягачів та гужового транспорту

Під час встановлення основних геометричних розмірів трелювального засобу, за основу приймаємо середні геометричні розміри предмету праці з яким працюватиме даний трелювальний засіб. При цьому, слід враховувати маневрові можливості у завантаженому стані, зокрема, максимальний кут повороту в плані.



**Рисунок 3.3** – Базові геометричні параметри трелювального засобу

Головним геометричним розміром предмету праці, що впливатиме як на розміри трелювального засобу, так і на розміри опорної П-подібної рамки, є максимальний діаметр лісоматеріалу. Для наступних розрахунків, припускаємо, що максимальний діаметр лісоматеріалу становитиме 50см. Довжина лісоматеріалу в даному випадку не приймається, а матиме значення лише для розрахунку величини навантаження на рамку, тому цей показник приймемо пізніше. На вагу предмету праці, має вплив також порода деревини, тому в якості породи приймаємо твердолистяну породу, а саме бук.

Основним способом трелювання деревини, приймаємо трелювання в напівзавантаженому стані із завантаженням лише передньої частини.

### 3.4 Встановлення сил та технологічних навантажень, що виникатимуть в конструкції під час робочого процесу

В процесі трелювання деревини на трелювальний засіб діятиме прикладена сила тяги, що забезпечує його переміщення та сила від ваги вантажу. Ці сили хоч і прикладаються до різних елементів конструкції, однак є взаємопов'язаними.

Першочергово розрахуємо масу вантажу, що трелюється:

$$Q_n = \frac{F_k - G_z(\mu \cos \alpha \pm \sin \alpha)}{[K(\mu \cos \alpha \pm \sin \alpha) + (1 - K)(\mu_1 \cos \alpha \pm \sin \alpha)]g}, \quad (3.1)$$

де  $F_k$  – тягове зусилля, що розвивається міні тягачем, кН;

$G_z$  – проектна вага трелювального засобу,  $G_z = 500$  Н;

$K$  – коефіцієнт, що встановлює розподіл загальної маси вантажу у вигляді лісоматеріалу між трелювальним засобом та волоком;

$\mu$  – значення коефіцієнту опору переміщення міні тягача,  $\mu = 0,05$ ;

$\mu_1$  – значення коефіцієнту опору переміщення деревини у вигляді лісоматеріалу в напівзавантаженому стані;

$\alpha$  – розрахунковий ухил опорної поверхні руху,  $\alpha = 20^\circ$ .

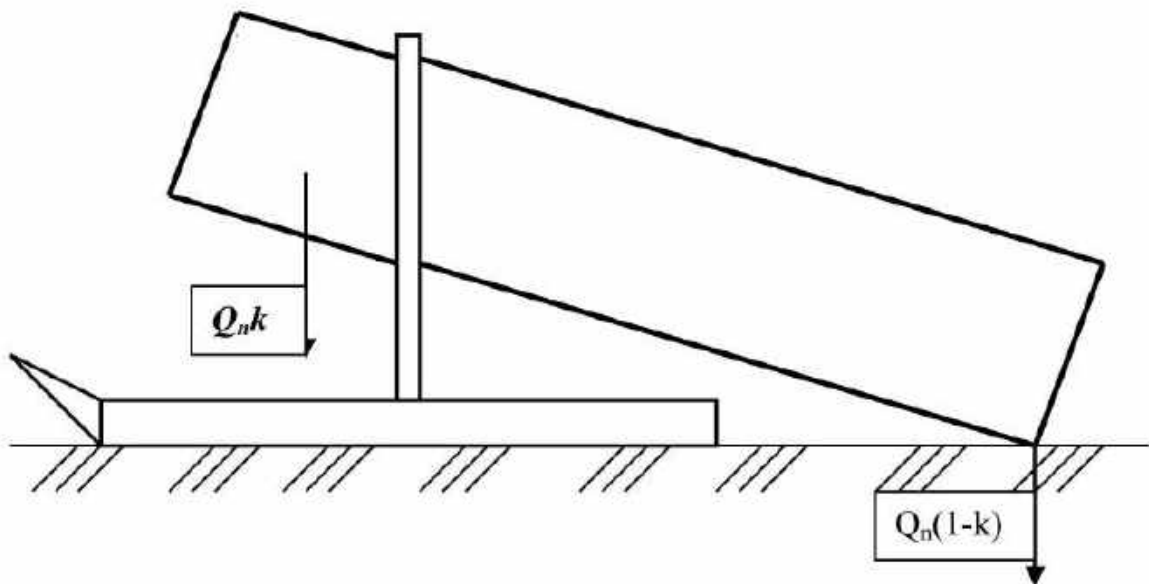


Рисунок 3.4 – Загальна схема розподілу сил, що виникають під час трелювання деревини

Виходячи із вище зазначеного, можна розрахувати масу вантажу:

$$Q_n = \frac{7000 - 500(0,05 \times \cos 20^\circ \pm \sin 20^\circ)}{[0,72(0,05 \times \cos 20^\circ \pm \sin 20^\circ) + (1 - 0,72)(0,3 \cos 20^\circ \pm \sin 20^\circ)] \cdot 9,81} = 1525,9 \text{ кг}$$

Отримане значення маси, слід перевести в об'ємну масу деревини:

$$V_n = \frac{Q_n}{g}, \quad (3.2.)$$

де  $g$  – питома щільність деревини,  $g = 850 \text{ кг/м}^3$ ;

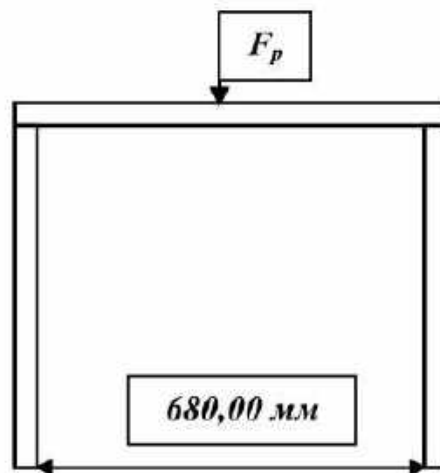
$$V_n = \frac{1525,9}{850} = 1,8 \text{ м}^3.$$

### 3.5 Розрахунок опорно-несучих елементів П-подібної рами

Під час трелювання деревини, основне навантаження буде приходиться на вантажну рамку засобу. При цьому, дія сил сумішатиметься. Зокрема на поперечину рамки діятиме як сила від ваги вантажу, так і сила, що створюватиметься опором переміщення вантажу.

$$F_p = \sqrt{F_k^2 + G_n^2}, \quad (3.3.)$$

$$F_p = \sqrt{7000^2 + 15259^2} = 15275,1 \text{ Н}.$$



**Рисунок 3.5** – Розрахункова схема розподілу сил що діють на П-подібну вантажну рамку

Із приведеної розрахункової схеми очевидно, що поперечина рамки піддаватиметься дії згинальної сили, а сама поперечина, як і рамка вцілому мають трубчасте поперечне січення. Враховуючи розміри:  $l_1 = l_2 = 340 \text{ мм}$ ,

$$M_{32} = \frac{F_p l}{4} = \frac{15275,1 \times 0,68}{4} = 2596,8 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.4.)$$

$$s = \frac{M_{32}}{W}, \quad W = \frac{\rho (D^4 - d^4)}{32 D},$$

$$s = \frac{M_{32}}{\frac{\rho (D^4 - d^4)}{32 D}}$$

На підставі отриманих результатів розрахунку, приймаємо в якості профільного матеріалу, трубу з такими стандартними розмірами:  $D = 40 \text{ мм}$ . Сталь 45 ГОСТ 1050-74  $[s] = 730 \text{ МПа}$ .

Відповідно, внутрішній діаметр даної труби розраховуємо:

$$d = \sqrt[4]{D^4 - \frac{32 M_{32} \times D}{[s] \rho}}, \quad (3.5)$$

$$d = \sqrt[4]{0,04^4 - \frac{32 \times 2596,8 \times 0,04}{730 \times 10^6 \times 8,14}} = 0,03 \text{ м}.$$

Розподіл дії сил показує, що стійка П-подібної вантажної рамки, також піддаватиметься дії сили, що викликає згин. Приймаємо, що зазначена сила концентруватиметься на середині висоти стійки рамки, тоді:

$$M_{32} = F_p l, \quad (3.6)$$

де плече дії сили  $l = 0,38 \text{ м}$ .

$$M_{32} = 15275,1 \times 0,38 = 5804,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Отримане розрахункове значення згинаючого моменту, дозволяє прийняти зовнішній діаметр стійки П-подібної рамки, яка також має трубчасте січення:  $D = 50 \text{ мм}$ .

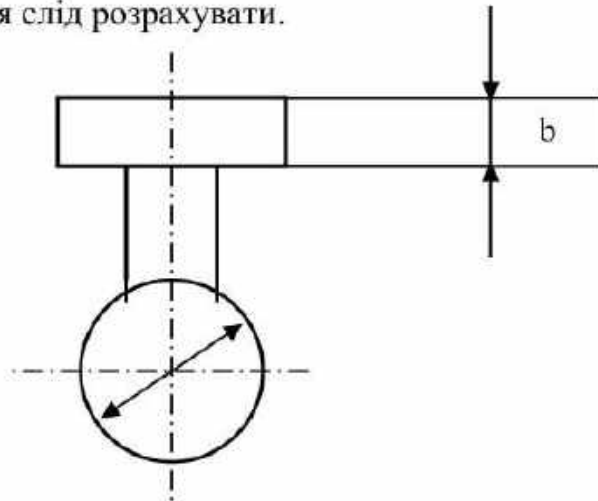
Внутрішній діаметр трубчастого січення опори стійки П-подібної рамки розраховуємо так:

$$d = \sqrt[4]{0,04^4 - \frac{32 \times 5804,5 \times 0,04}{730 \times 10^6 \times 3,14}} = 0,04 \text{ м.}$$

Таким чином, остаточно приймаємо трубу із такими розмірами:  $D = 50$  мм,  $d = 40$  мм, яка слугуватиме матеріалом для виготовлення П-подібної рамки. Матеріалом труби вибираємо Сталь 45 ГОСТ 1050-74.

### 3.6 Розрахунок опорних елементів стійок рами

У відповідності із поданим вище описом конструкції трелювального засобу видно, що П-подібна рамка встановлена на полозах шарнірно на кульових опорах певного діаметру. Діаметр кульових опор, як і розміри елементів їх кріплення слід розрахувати.



**Рисунок 3.6** – Схема кульової опори стійки П-подібної рамки

Товщина опорної площадки  $b$  становитиме:

$$[s] = \frac{F}{A}, \quad F = F_p = 15275 \text{ Н}, \quad (3.7)$$

$$A = p d b, \quad d = 0,04 \text{ м.}$$

$$b = \frac{F_p}{[s] p d},$$

$$b = \frac{15275}{730 \times 10^6 \times 3,14 \times 0,04} = 0,0002 \text{ м.}$$

Остаточне значення даного параметру, приймаємо  $b = 7$  мм.

Базовий діаметр кульової опори опорної стійки буде:

$$A = \frac{\rho D^2}{4},$$

$$D = \sqrt{\frac{4F_p}{\rho [s]}} = \sqrt{\frac{4 \times 5275}{3,14 \times 30 \times 10^6}} = 0,005 \text{ м.} \quad (3.8.)$$

Конструктивне значення кульової опори прийmemo рівним  $D = 30 \text{ мм}$ .

**Висновок**

Проект удосконалення технологічного процесу рубок формування і оздоровлення лісів у виробничих умовах Сколівського дочірнього лісогосподарського підприємства ОКС ЛГП «Галсільліс», ґрунтується на використанні технологій та систем лісосічних машин, які найкраще відповідають гірським умовам.

Виконанні проєктні розрахунки, максимально наближені до реальних умов і відображають основні тенденції розвитку підприємства. Дають можливість прогнозувати очікуваний ефект, як екологічний так і економічний від запровадження запропонованих удосконалень в найближчій перспективі.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Термена Б. К. Лісознавство з основами лісівництва: навч. посібник / Термена Б.К. – Чернівці: Книги – XXI, 2004. – 160 с.
2. Шкіря Тиберій. Технологія і машини лісосічних робіт: підручник / Т. М. Шкіря. – Львів: Тріада плюс, 2003. – 290 с.
3. Генсірук С. А. Ліси західного регіону України / Генсірук С.А., Нижник М.С., Копій Л.І. – Львів, 1998. – 408 с.
4. Литвинчук М. М. Щодо використання на рубках догляду за лісом коней та мінітракторів / М. М. Литвинчук // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук. – техн. праць. – Львів, 1999. – Вип. 9.6 – С. 58–60.
5. Шкіря Т. М. Перспективи сортиментної лісозаготівлі в умовах України / Т. М. Шкіря, Ю. І. Цимбалюк // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук. – техн. праць. – Львів, 2001. – Вип. 11.4 – С. 97–99.
6. Ковальчук Н. П. Аналіз проблем лісозаготівель в Україні / Н. П. Ковальчук // Сільськогосподарські машини: зб. наук. статей. – Луцьк: ЛНТУ, 2013. – Вип. 25 – С. 61–65.
7. Стиранівський Олег. Природоохоронні засади транспортного освоєння гірських лісових територій: монографія / О. А. Стиранівський, Ю. О. Стиранівський– Львів: НЛТУ України, Галицька видавнича спілка, 2010 – 208с.
8. Кудра В. С. Вплив первинного транспорту деревини в горах на лісове середовище / В. С. Кудра, І. Д. Гриджук // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук. – техн. праць. – Львів, 2004. – Вип. 14.3. – С. 285–289.
9. Гром'як Ю. О. Проблеми механізації і машинізації лісозаготівель в умовах ринкової економіки / Ю. О. Гром'як // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук. – техн. праць. – Львів, 1999. – Вип. 9.6 – С. 43–45.
10. Шкіря Т. М. Щодо кінного трелювання деревної сировини в умовах крутосхилих лісосік / Т.М. Шкіря // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук. – техн. праць. – Львів, 1999. – Вип. 9.6 – С. 115–118.

## **ДОДАТКИ**



Схема навітряно-захисної посадки  
М 1:200

