

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

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

Кафедра аграрної та лісової інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на тему

Розроблення технологічного процесу лісозаготівельних робіт на базі природозберігаючих технологій

Виконав: студент групи ЛІ-61м
спеціальності 205 Лісове господарство,
освітньо-професійної програми
Лісова інженерія
Лецик М. М.

Керівник: Магура Б. О.

Рецензент: _____
(прізвище та ініціали)

2

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

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

Кафедра аграрної та лісової інженерії


Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

Спеціальність 205 Лісове господарство

Освітньо-професійна програма Лісова інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри АЛІ

 доц. Бакай Б. Я.

"02" жовтня 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Лецик Михайло Миколайович

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу лісозаготівельних робіт на базі природозберігаючих технологій.

керівник роботи Магура Богдан Олексійович, канд. техн. наук,
затверджені наказом університету від "29" липня 2025 року № С-461

2. Термін подання студентом роботи 16 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи базове підприємство – Національний природний парк "Сколівські Бескиди"; об'єкт дослідження – процес заготівлі деревини на базі природозберігаючих технологій; дані підприємства про об'єми лісозаготівель, наявну технічну базу і технологічні процеси.

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

1. Загальна характеристика підприємства

2. Розроблення технологічного процесу лісозаготівельних робіт на базі природозберігаючих технологій

3. Проектні пропозиції щодо розроблення спеціалізованої канатної установки

4. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання пр
1	Магура Б. О., доцент	02.10.2025	
2	Магура Б. О., доцент	21.10.2025	
3	Магура Б. О., доцент	18.11.2025	

7. Дата видачі завдання 02.10.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Ч. ч.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Пр
1	Загальна характеристика підприємства	02.10.2025-20.10.2025 р.	
2	Розроблення технологічного процесу лісозаготівельних робіт на базі природозберігаючих технологій	21.10.2025-17.11.2025 р.	
3	Проектні пропозиції щодо розроблення спеціалізованої канатної установки	18.11.2025-08.12.2025 р.	
4	Формування висновків та оформлення кваліфікаційної роботи	09.12.2025-15.12.2025 р.	

Студент



(підпис)

Лецик М. М.

Керівник роботи



(підпис)

Магура Б.О.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра: 66 с., 3 ч., 14 табл., 11 рис., 1 дод., 21 літер. джерело.

Тема: Розроблення технологічного процесу лісозаготівельних робіт на базі природозберігаючих технологій.

ЛІСОЗАГОТІВЛЯ, ТРЕЛЮВАННЯ, КАНАТНА УСТАНОВКА, ЛЕБІДКА, ПІДРІСТ, ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ.

Об'єкт дослідження – процес заготівлі деревини.

Мета роботи – Розроблення технологічного процесу лісозаготівельних робіт на базі природозберігаючих технологій

Методи дослідження – аналіз даних про виробничу діяльність підприємства; теоретичний аналіз наукової та спеціальної літератури з проблем лісозаготівлі; спостереження; порівняння; узагальнення; перевіркові розрахунки елементів конструкції запропонованої установки.

Проведено аналіз лісового фонду та виробничого процесу Національного природного парку «Сколівські Бескиди». Обґрунтовано технологічний процес лісосічних робіт, який дасть змогу підвищити екологічність та ефективність заготівлі деревини. Визначено необхідну кількість обладнання і працівників для запропонованого технологічного процесу. Запропоновано конструкцію мобільної канатної установки на базі модернізованого тракторів МТЗ-82. Проведено перевіркові розрахунки елементів конструкції запропонованої установки, які підтвердили правильність вибору його конструктивних параметрів.

ABSTRACT

Master's degree graduation thesis: 66 p., 3 ch., 14 tbl., 11 ill., 1 add., 21 literature sources.

Thesis topic: Development of a timber logging process based on the environmentally friendly technologies.

LOGGING, SKIDDING, ROPE UNIT, WINCH, UNDERGROWTH, REFORESTATION.

Study subject – the process of timber harvesting.

Research objective – Development of a timber logging process based on the environmentally friendly technologies

Research methods – analysis of data on the production activities of the enterprise; theoretical analysis of scientific and special literature on logging problems; observation; comparison; generalization; verification calculations of structural elements of the proposed rope unit.

The analysis of the forest fund and the production process of the Skole Beskydy National Nature Park has been carried out. The technological process of logging works, which will increase the environmental friendliness and efficiency of timber harvesting, has been substantiated. The required number of equipment and employees for the proposed technological process has been determined. The design of a mobile rope unit based on the modernized MTZ-82 tractor has been proposed. Verification calculations of the structural elements of the proposed unit have been carried out, which confirmed the correctness of the choice of its design parameters.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП	8
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА	9
1.1. Географічне місцезорозташування Національного природного парку «Сколівські Бескиди»	9
1.2. Історична довідка про Національний природний парк «Сколівські Бескиди»	10
1.3. Організаційна структура Національного природного парку «Сколівські Бескиди»	12
1.4. Функціональне зонування НПП «Сколівські Бескиди»	14
1.5. Лісосировинна база Національного природного парку «Сколівські Бескиди»	16
1.6. Характеристика шляхів транспорту	18
1.7. Природно-кліматичні умови	18
1.8. Рельєфні та ґрунтово-гідрологічні показники	20
1.9. Аналіз господарської діяльності	22
1.10. Характеристика економічної діяльності підприємства	23
1.11. Загальна характеристика технологічного процесу основних лісосічних робіт	24
2. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЛІСОЗАГОТІВЕЛЬНИХ РОБІТ НА БАЗІ ПРИРОДОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ	26
2.1. Особливості проведення і проектування лісозаготівельних робіт в Національних природних парках	26
2.2. Визначення параметрів лісосіки та кількості лісосік, що відводяться у рубку	28
2.3. Встановлення виробничих об'ємів та режиму роботи підприємства	33

	7
2.4. Структура технологічного процесу та вибір технічних засобів для виконання лісосічних робіт.	34
2.5. Розрахунок кількості машин, механізмів і працівників для виконання лісозаготівельних робіт	36
2.6. Створення технологічної карти розробки лісосіки	38
2.7. Заходи з охорони праці, безпеки життєдіяльності та пожежної безпеки	41
2.8. Основні техніко-економічні показники виконання лісосічних робіт	45
3. ПРОЄКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РОЗРОБЛЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КАНАТНОЇ УСТАНОВКИ	46
3.1 Умови використання канатних установок на лісозаготівлях в Україні	46
3.2. Обґрунтування вибору конструкції спеціалізованої мобільної канатної установки	48
3.3. Опис конструкції мобільної спеціалізованої канатної установки	51
3.4. Визначення основних технічних характеристик за наявності навантажень в конструкції проекрованої установки.	58
3.4.1. Перевірковий розрахунок елементів конструкції проекрованої установки	59
3.4.2. Перевірковий розрахунок параметрів осі блока	60
3.4.3. Перевірковий розрахунок боковин корпусу	62
ВИСНОВКИ	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	65
ДОДАТКИ	67

ВСТУП

Лісозаготівля в межах природоохоронних територій, зокрема національних природних парків, є складним і відповідальним процесом, що вимагає поєднання виробничої ефективності з дотриманням принципів екологічної збалансованості. Основною метою таких робіт є не лише заготівля деревини, а й забезпечення сталого розвитку лісових екосистем, підтримання їх природного відновлення та біорізноманіття.

У сучасних умовах особливої актуальності набуває впровадження природозберігаючих і ресурсоощадних технологій, які мінімізують негативний вплив на довкілля. Тому під час виконання лісосічних робіт у природних парках важливим є вибір раціональної технологічної схеми, сучасних машин і механізмів, що дають змогу ефективно проводити рубки формування й оздоровлення лісів без порушення екологічної рівноваги.

Кваліфікаційна робота присвячена розробленню технологічного процесу лісозаготівельних робіт на базі природозберігаючих технологій, з використанням спеціалізованої мобільної канатної установки, спрямованому на збереження лісових екосистем.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Географічне місцезорозташування Національного природного парку «Сколівські Бескиди»

Національний природний парк «Сколівські Бескиди» розташований у південній частині Львівської області, в межах Стрийського, а частково — Самбірського та Дрогобицького районів Українських Карпат (рис.1.1). Його територія охоплює частини басейнів річок Стрий і Опір та має загальну площу 35 684 га, з яких 24 702 га перебувають у постійному користуванні парку.



Рисунок 1.1 – Географічне місцезорозташування Національного природного парку «Сколівські Бескиди»

Адміністрація Національного природного парку «Сколівські Бескиди» розташована за адресою: м. Сколе, вул. Князя Святослава, 3.

Національний природний парк «Сколівські Бескиди» — один із наймальовничіших куточків Українських Карпат, створений для збереження унікальних природних ландшафтів, багатой флори та фауни. Як ми вже згадували, ін розташований у південній частині Львівської області,

охоплюючи території Стрийського, Самбірського та Дрогобицького районів. Парк займає площу понад 35 тисяч гектарів, більша частина якої вкрита густими буковими та ялиновими лісами.

Територія парку лежить у межах басейнів річок Стрий та Опір, які створюють мальовничі долини й водоспади. Рельєф тут горбисто-гірський, з плавними вершинами, вкритими зеленими луками та прадавними лісами. Саме ці особливості роблять Сколівські Бескиди популярним місцем для туризму, пішохідних маршрутів і відпочинку на природі.

У парку мешкає понад 200 видів тварин і 500 видів рослин, серед яких є рідкісні та занесені до Червоної книги України. Зокрема, тут можна побачити бурого ведмедя, рись, саламандру плямисту, а серед рослин — лілію лісову, білу латаття та рідкісні орхідеї. Парк виконує не лише природоохоронну, а й просвітницьку місію, залучаючи відвідувачів до екологічної культури та відповідального ставлення до природи.

1.2 Історична довідка про Національний природний парк «Сколівські Бескиди»

До 1918 року територія Сколівського району, як і вся територія Східної Галичини, перебувала у складі Австро-Угорської імперії. У міжвоєнний період, до вересня 1939 року, ці землі належали Польщі (II Речі Посполитій). Така адміністративна приналежність сприяла активному розвитку лісозаготівельної галузі та лісових промислів у регіоні. У цей час особливого поширення набуло виробництво клепки, дьогтю, смоли та випалювання поташу. Деревину також широко використовували на залізоплавильних гутах для отримання заліза й на скляних гутах для виготовлення скла.

Територія, що нині входить до складу НПП, протягом тривалого часу перебувала під впливом господарської діяльності людини. Традиційним видом занять тут були промисли, пов'язані з лісовим господарством. Основну частину деревини заготовляли для продажу — торгували кругляком,

який сплавляли річками або транспортували залізницею. Значні обсяги деревини використовували для виробництва поташу, виплавки металу, виготовлення скла тощо.

Із кінця XIX – початку XX століття у місті Сколе та прилеглих населених пунктах активно розвивається деревообробна промисловість. Паралельно формується гірничодобувна галузь: у кар'єрах села Гребенів і міста Сколе видобували камінь.

Починаючи з 1920-х років, Сколе та навколишні села — Гребенів, Коростів, Корчин та інші — перетворюються на осередки масового туризму. До початку Другої світової війни тут діяла велика кількість приватних санаторіїв і пансіонатів.

До початку Другої світової війни лісові угіддя перебували у приватній власності і належали братам баронам Грьодлям, які у вересні 1939 року виїхали до Угорщини. Після війни, у 1944 році, під час створення державного лісового господарства (держлісгоспу), до його складу увійшли Сколівське, Дубинське, Романське, Коростівське, Сможанське, Любинцівське, Крушельницьке, Опорецьке, Тухлянське та Майданське лісництва.

Починаючи з 1945 року, на території Сколівського району почали діяти численні лісозаготівельні підприємства, які отримали у користування лісосічні фонди та активно здійснювали заготівлю деревини. Вирубаний ліс відправляли на підприємства по всій території України та СРСР, що сприяло економічному розвитку, але водночас призводило до інтенсивного використання природних ресурсів.

У 1960-х роках територія Сколівських Бескидів знову стає популярною серед туристів: зводяться відомчі будинки відпочинку, пансіонати, туристичні бази, піонерські табори.

Сьогодні в межах діяльності НПП функціонує понад 20 баз відпочинку та пансіонатів. Окрім цього, формується мережа приватних господарств, орієнтованих на розвиток екотуризму (агротуризму). Найбільш

перспективними для цього напрямку є села Майдан, Урич, Крушельниця, Підгородці, Корчин, Завадка, Росохач та інші. Цікавим об'єктом в межах парку також є державний історико-культурний заповідник «Тустань».

Ідея створення природоохоронного об'єкта на території Сколівських Бескидів виникла ще в середині ХХ століття. У цей час науковці та лісівники звернули увагу на унікальність місцевих екосистем — старовікових букових і ялинових лісів, різноманіття тваринного світу та мальовничих карпатських ландшафтів. Перші пропозиції щодо заповідання території з'явилися ще у 1970-х роках.

Офіційно Національний природний парк «Сколівські Бескиди» було створено 11 лютого 1999 року відповідно до Указу Президента України. Основною метою його утворення стало збереження, відтворення та раціональне використання природних комплексів Сколівських Бескидів, які мають велике екологічне, наукове, рекреаційне й культурне значення.

Територія парку сформована переважно на базі земель державних лісових господарств, зокрема Сколівського, Славського та частково Турківського лісгоспів. З часом у межах парку було облаштовано природоохоронні, рекреаційні та науково-дослідні зони, а також створено еколого-освітні стежки для туристів.

Сьогодні НПП «Сколівські Бескиди» є важливим центром екоосвіти та сталого туризму на Львівщині. Парк не лише охороняє природні ресурси, а й зберігає культурну спадщину бойківського краю, сприяючи розвитку місцевих громад і збереженню традицій Карпат.

1.3 Організаційна структура Національного природного парку «Сколівські Бескиди»

Організаційна структура Національного природного парку «Сколівські Бескиди» побудована відповідно до вимог природоохоронного законодавства

України і спрямована на ефективне управління природними ресурсами, охорону довкілля, розвиток екоосвіти та туризму.

Керівним органом парку є дирекція НПП, яку очолює директор. Він несе відповідальність за загальну діяльність установи, реалізацію природоохоронної політики, господарське управління та взаємодію з державними і громадськими організаціями. При директорові функціонують заступники, які координують роботу окремих напрямів — наукового, природоохоронного, рекреаційного та адміністративного.

До складу парку входять такі основні структурні підрозділи:

- Служба державної охорони природно-заповідного фонду, що забезпечує збереження території, контроль за дотриманням природоохоронного режиму та боротьбу з порушеннями;
- Науковий відділ, який займається моніторингом стану екосистем, веденням природоохоронних досліджень, підготовкою звітів і рекомендацій щодо раціонального використання природних ресурсів;
- Відділ еколого-освітньої роботи, що організовує екскурсії, освітні програми, семінари й акції з підвищення екологічної свідомості населення;
- Відділ рекреації та туризму, який розробляє маршрути, облаштовує відпочинкові зони та слідкує за дотриманням екологічних норм під час відвідування парку;
- Господарський відділ, відповідальний за матеріально-технічне забезпечення, транспорт і утримання інфраструктури.

Крім того, у структурі парку діють лісництва, які виконують як охоронні, так і лісгосподарські функції. Вони забезпечують догляд за лісовими масивами, відновлення насаджень, моніторинг стану лісів і боротьбу зі шкідниками.

За офіційною інформацією, до території Національного природного парку «Сколівські Бескиди» включено 10 лісництв (табл.1.1).

Таблиця 1.1 – Структура НПП за лісництвами

№ з/п	Назва лісництва
1	Сколівське
2	Дубинське
3	Романське
4	Коростівське
5	Сможанське
6	Любинцівське
7	Крушельницьке
8	Опорецьке
9	Тухлянське
10	Майданське

Така багаторівнева структура дозволяє НПП «Сколівські Бескиди» поєднувати природоохоронну діяльність із науковими дослідженнями, рекреацією та екоосвітою, сприяючи сталому розвитку регіону.

1.4. Функціональне зонування НПП «Сколівські Бескиди»

Як і більшість об'єктів природно-заповідного фонду Національний природний парк «Сколівські Бескиди» поділяється на чотири функціональні зони (рис.1.2).

Однак частка кожної з цих зон в різних об'єктів є різною.

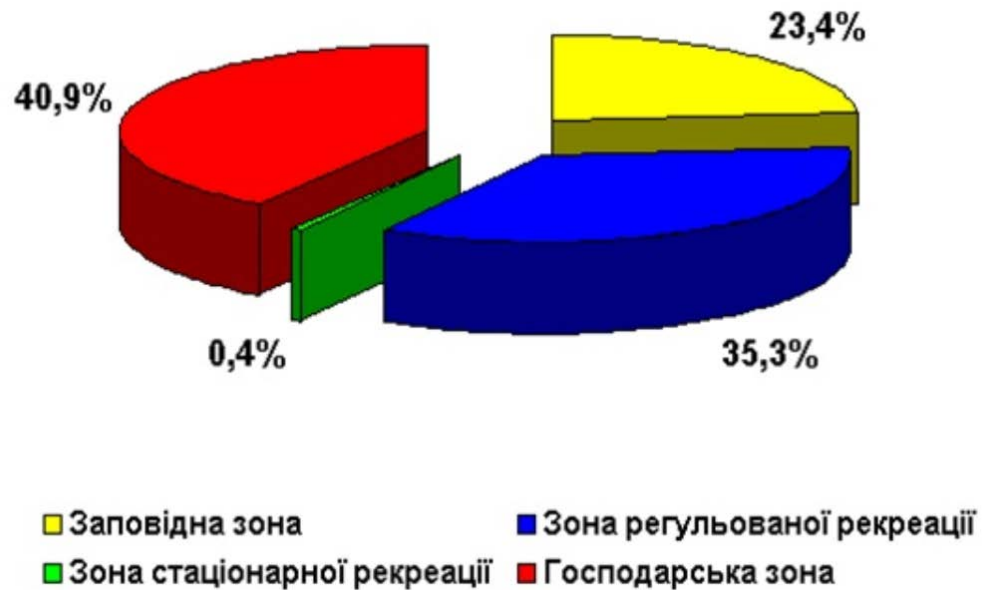


Рисунок 1.2 – Функціональне зонування НПП «Сколівські Бескиди»

Для кожної функціональної зони, з урахуванням специфіки її території, визначається особливий режим охорони та використання природних ресурсів, що слугує основою для планування всієї господарської діяльності національного природного парку.

Заповідна зона створюється для довготривалого збереження природних екосистем у стані мінімального втручання людини та призначена для охорони й відновлення цінних природних комплексів.

Зона регульованої рекреації використовується для організації короткотривалого відпочинку та оздоровлення населення.

Зона стаціонарної рекреації призначена для розміщення готелів, кемпінгів, мотелів та інших об'єктів, що забезпечують обслуговування відвідувачів національного природного парку.

У межах *господарської зони* дозволяється провадження традиційної господарської діяльності, спрямованої на реалізацію основних завдань парку. У цій зоні здійснюється основна частина заготівлі деревини, яку проводить НПП «Сколівські Бескиди».

1.5. Лісосировинна база Національного природного парку «Сколівські Бескиди»

Лісосировинна база Національного природного парку «Сколівські Бескиди» формується на основі лісових масивів, що займають переважну частину території парку. Загальна площа НПП становить 35 684 га, з яких 24 702 га передано парку у постійне користування. Саме ці землі й утворюють основну лісосировинну базу установи.

Переважна частина лісів належить до гірсько-карпатського типу, з переважанням букових, ялицевих і ялинових деревостанів. Найбільшу частку займають букові ліси (близько 50%), далі — ялицево-букові та ялинові насадження. Вік більшості насаджень коливається від 80 до 120 років, однак збереглися й ділянки старовікових лісів, що мають виняткову природоохоронну цінність.

За функціональним призначенням усі ліси парку мають екологічно-захисний статус і належать до категорії лісів природоохоронного, рекреаційного та наукового призначення. Це означає, що промислова заготівля деревини тут не ведеться. Дозволяються лише санітарні та лісовідновні рубки, спрямовані на підтримання стабільності екосистем і забезпечення природного відновлення лісів.

Таким чином, лісосировинна база парку має не промислово-експлуатаційне, а еколого-стабілізаційне значення — вона використовується переважно для наукових досліджень, екологічного моніторингу, освітніх програм та розвитку сталого туризму.

Згідно з таксаційними даними Національного природного парку «Сколівські Бескиди», основними лісоутворювальними породами на його території є ялина європейська, бук лісовий та ялиця біла. Ці породи формують переважну частину лісових насаджень і визначають їхній екологічний та господарський характер (рис.1.3). У складі деревостанів

трапляються також незначні домішки інших порід — в'яза гірського, явора, осики, берези та вільхи сірої.

Переважаючими породами є хвойні деревостани, частка яких становить майже 50 %, на твердолистяні (бук і дуб) припадає 45 %, з них букові насадження складають 41%. На частку м'яколистяних порід припадає біля 5 %.

Орієнтовний породний склад лісового фонду НПП "Сколівські Бескиди" наведено на рис. 1.4.

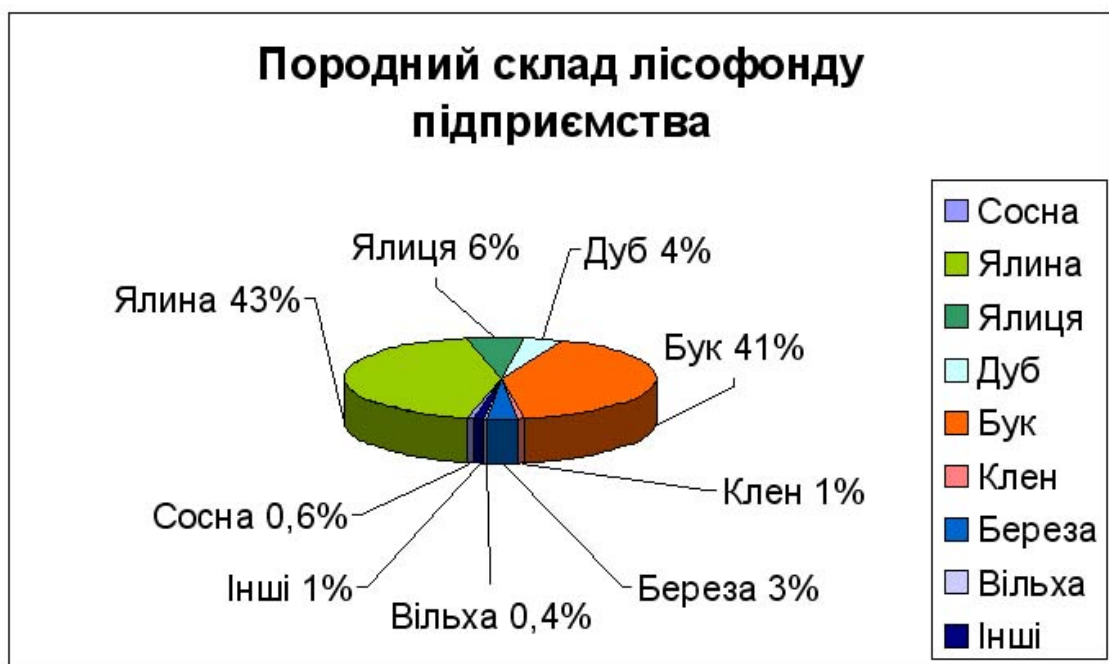


Рисунок 1.3 – Породний склад лісового фонду НПП «Сколівські Бескиди»

Лісові масиви, у яких поєднуються ці породи, відзначаються високою продуктивністю та добрим природним відновленням. За показниками росту й запасу деревини вони значно перевищують середні показники для Карпатського регіону. Запас деревини на одному гектарі таких насаджень може сягати 800–1000 м³, що свідчить про високу біопродуктивність екосистем і сприятливі ґрунтово-кліматичні умови території.

Завдяки цим особливостям лісові ресурси парку мають велике екологічне, наукове та рекреаційне значення, оскільки сприяють

підтриманню стабільності гірських екосистем, формуванню водного балансу й очищенню повітря.

1.6. Характеристика шляхів транспорту

Територія підприємства має добре розвинену транспортну інфраструктуру та є достатньо освоєною з транспортного погляду. Через її територію проходить розгалужена мережа шляхів загального користування.

До основних транспортних магістралей належать автомобільна дорога державного значення Львів–Ужгород, а також однойменна залізниця.

Окрім зазначених магістралей, територією державного підприємства пролягає мережа ґрунтових доріг місцевого значення. Вони відіграють важливу роль у забезпеченні транспортних потреб лісового господарства, зокрема при перевезенні деревини.

Загальна щільність лісогосподарських доріг у межах підприємства становить близько 5,4 км на 1000 га, а рівень транспортної забезпеченості оцінюється приблизно у 63 %.

Перевезення заготовленої деревної сировини здійснюється переважно лісовими дорогами з удосконаленим ґрунтовим покриттям — гравійним, ґрунтогравійним, щебеним або ґрунтощебеним. Усі дороги, що перебувають в експлуатації підприємства, регулярно ремонтуються для підтримання належного технічного стану та забезпечення безпеки руху лісовозного транспорту й автомобілів загального користування.

1.7 Природно-кліматичні умови

Клімат району розташування національного природного парку «Сколівські Бескиди» характеризується м'якістю та підвищеною вологістю, що є типовим для західноєвропейського клімату, з певним впливом континентальних повітряних мас із внутрішніх районів Європейської

частини колишнього СРСР. Карпатський регіон розміщений на основних шляхах переміщення циклонів, які надходять переважно із заходу з Атлантичного океану та північного заходу з боку Балтійського моря. У літній період циклони зумовлюють прохолодну дощову погоду, тоді як узимку приносять значні снігопади та часті відлиги. Вплив антициклонів східного походження спостерігається рідше і проявляється встановленням сухої та теплої погоди влітку і сильних морозів у зимовий період.

За кліматичним районуванням Українські Карпати виділяють в окрему область континентального теплого клімату. Клімат території національного природного парку загалом оцінюється як помірно континентальний із достатнім і надлишковим зволоженням, нестійкою весною, помірно теплим літом, тривалою теплою осінню та відносно м'якою зимою. Річний радіаційний баланс у межах парку перевищує 160 ккал/см².

Межа між Передкарпатською рівниною та Карпатами, включно з територією парку, проходить по ізотермі 6,5 °С, при середній температурі січня нижче –5 °С та липня близько +18 °С.

Таблиця 1.2 – Висота ізотерм в Українських Карпатах

Січень		Квітень		Липень		Жовтень	
висота (м)	ізотерма	висота (м)	ізотерма	висота (м)	ізотерма	висота (м)	ізотерма
430	– 5 ⁰	390	– 7 ⁰	380	19 ⁰	340	8 ⁰
650	– 6 ⁰	540	– 6 ⁰	490	17 ⁰	530	7 ⁰
900	– 7 ⁰	680	– 5 ⁰	640	16 ⁰	740	6 ⁰
1170	– 8 ⁰	820	– 4 ⁰	820	15 ⁰	980	5 ⁰
		980	– 3 ⁰	1060	14 ⁰	1200	4 ⁰
		1130	– 2 ⁰				

Результати багаторічних метеоспостережень наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Середньомісячні та річна температура повітря

Пункт спостереження	Висота над рівнем моря	Місяці												Середня за рік
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Нагірне	783	– 6,6	– 5,0	– 0,2	4,9	10,6	13,2	15,2	14,6	11,0	6,8	0,8	– 3,5	5,2

Пункт спостереження	Висота над рівнем моря	Місяці												Середня за рік
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Славське	593	-6,1	-5,2	0,8	5,6	11,6	14,3	16,0	15,1	11,1	6,8	1,3	-3,3	5,6
Сколе	448	-4,4	-3,1	1,7	6,5	12,7	15,8	17,9	16,1	12,4	7,9	2,3	-2,3	7,0

Найхолоднішим місяцем зими є січень температура якого на 2 – 3⁰С нижча ніж у грудні. Найтеплішим місяцем літа є липень +16⁰С.

Серед кліматичних факторів, що мають найбільш негативний вплив на ведення лісового господарства, зокрема на ріст і розвиток молодих лісових насаджень, слід виділити пізні весняні та ранні осінні приморозки. Додатковими несприятливими чинниками є часті атмосферні опади, які нерідко набувають характеру злив у поєднанні з сильними поривами вітру, а також інтенсивні снігопади, що можуть призводити до механічних пошкоджень насаджень.

Узагальнюючи кліматичні умови району розташування підприємства, можна зробити висновок, що вони загалом є сприятливими для успішного росту й розвитку цінних деревних порід. Зокрема, в гірських умовах створені належні передумови для формування високопродуктивних насаджень ялини, ялиці, бука, клена-явора та інших порід, тоді як у рівнинній частині території клімат сприяє доброму росту й розвитку дуба та сосни.

1.8. Рельєфні та ґрунтово-гідрологічні показники

Уся територія розміщення національного парку “Сколівські бескиди” за рельєфними особливостями належить до гірської місцевості, яка характеризується наявністю схилів різної експозиції, а також окремих майже рівнинних ділянок. У фізико-географічному відношенні ця територія входить до підпровінції Східних Карпат. Переважна її частина приурочена до низькогірного рельєфу Стрийсько-Сянської Верховини в басейнах річок

Опір і Стрий — приток Дністра, а також до зони Сколівських Бескидів. Середні абсолютні висоти коливаються в межах 650–1000 м над рівнем моря.

Залежно від крутизни схилів територія підприємства поділяється на кілька категорій: пологі схили зі стрімкістю до 10° становлять близько 15,6% площі; спадисті схили зі стрімкістю 11–20° займають 39,9%; стрімкі схили (21–30° на південних та 21–35° на північних експозиціях) охоплюють 36,8% території; надто стрімкі схили (понад 30° на південних і понад 35° на північних експозиціях) становлять близько 7,7%.

Поєднання складного гірського рельєфу, різноманітних ґрунтоутворюючих порід та неоднорідного рослинного покриву зумовило формування ґрунтів різного генетичного походження. Зокрема, на схилах гірських хребтів переважають бурі гірські лісові ґрунти, тоді як на вершинних і привершинних ділянках під впливом дернового покриву сформувалися дернові ґрунти.

Ерозійні процеси на території підприємства проявляються насамперед у вигляді площинної, лінійної та внутрішньогрунтової ерозії. Найбільш поширеною є площинна ерозія, що супроводжується інтенсивним змиванням верхніх, найбільш родючих шарів ґрунту. За ступенем зволоження більшість ґрунтів території належать до категорії вологих.

Однак, слід зауважити, що це в першу чергу залежить від погодних умов, зокрема наявності снігу взимку та дощів влітку.

Таблиця 1.4 – Характеристика річок, в зоні 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
Бутівля	Орява	20,0	1,2	8,0	0,4
Орявчик	Орява	15,0	1,2	5,0	0,3

Схема річкової мережі має переважно деревоподібний (дендритовий) або пір'ястий характер (рис. 1. 4). Напрямок простягання основних русел є або

поздовжнім – уздовж тектонічних структур, або поперечним — перпендикулярним до головних елементів тектонічної будови Карпатської гірської країни. Площі водозборів найбільших річок національного природного парку «Сколівські Бескиди» зазвичай не перевищують 100–200 км² і в більшості випадків є значно меншими. Похил річкових русел змінюється у широкому діапазоні та становить приблизно від 10 до 30 м/км.



Рисунок 1.4 – Схема річкової мережі НПП «Сколівські Бескиди»

1.9 Аналіз господарської діяльності

Запроектований лісовпорядкуванням річний обсяг лісокористування на землях, переданих парку в постійне користування, становить 28,22 тис. м³ ліквідної деревини. Рішенням другої лісовпорядної наради було затверджено збільшений обсяг заготівлі. Однак у зв'язку з набранням чинності та внесенням змін до Санітарних правил у лісах України, затверджених постановою Кабінету Міністрів України № 756 від

26.10.2016 р., до протоколу другої лісовпорядної наради були внесені відповідні корективи.

На рис. 1.5. наведено структуру системи рубок по Національному природному парку “Сколівські Бескиди”. Як можна побачити з рисунка майже 90 %, а саме 89 % припадає на вибіркові санітарні рубки формування і оздоровлення лісів. Решта 11 % займають інші види РФОЛ.

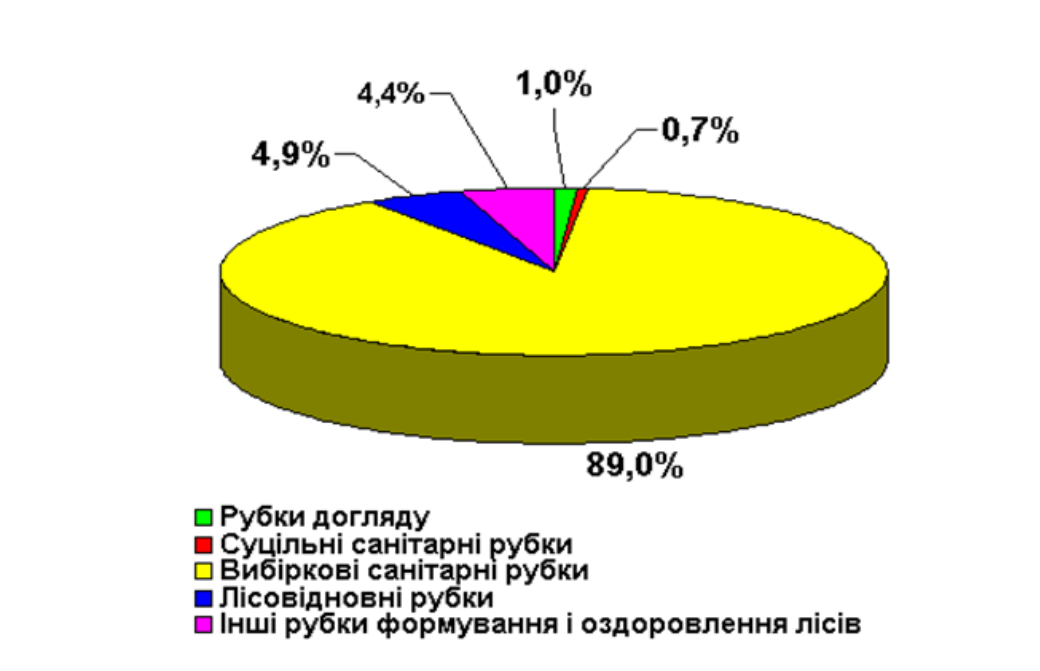


Рисунок 1.5 – Структура видів рубок по НПП “Сколівські Бескиди”

1.10 Характеристика економічної діяльності підприємства

Основним фінансовим джерелом діяльності національного природного парку щодо збереження об’єктів природно-заповідного фонду є бюджетні кошти, що надходять із державного бюджету через Державний комітет лісового господарства України та Львівське обласне управління лісового і мисливського господарства. На сьогодні ці асигнування забезпечують трохи більше ніж 50 % загальних витрат парку, пов’язаних із його повсякденною діяльністю.

Інша частина фінансових ресурсів формується за рахунок власної господарської діяльності парку, розвиток якої має здійснюватися без шкоди для основного завдання — охорони та збереження природно-заповідного

фонду. Часткове відшкодування витрат на рекреаційну діяльність забезпечується шляхом надання платних послуг, зокрема оплати роботи провідників, користування рекреаційними майданчиками та іншими об'єктами. Додатковим перспективним джерелом надходжень можуть стати кошти від розвитку екологічного туризму, зокрема організації літніх таборів, обслуговування екологічних маршрутів, розвитку агротуризму тощо.

Значні площі території парку зайняті ялиновими насадженнями з незадовільним санітарним станом. Деревина, отримана внаслідок проведення санітарних рубок, переважно має низьку товарну цінність (сухостій, дерева, уражені гниллю тощо). Водночас така деревина може частково реалізовуватися на зовнішніх ринках як сировина для целюлозно-паперової промисловості або використовуватися як технологічні дрова. Крім того, можливий продаж деревини, заготовленої під час проріджувань, лісовідновних та інших видів рубок, що може стати важливим додатковим джерелом фінансування природоохоронної діяльності національного природного парку.

1.11 Загальна характеристика технологічного процесу основних лісосічних робіт

Лісосічні роботи на підприємстві здійснюються відповідно до щорічних обсягів заготівлі деревини за окремими видами рубок, які заздалегідь визначені матеріалами лісовпорядкування. Освоєнню запроєктованих для рубки ділянок передують належне документальне оформлення та відведення лісосік у натурі, що в умовах гірського рельєфу є досить складним і трудомістким процесом.

Після оформлення документації та закріплення меж лісосіки на місцевості розпочинаються підготовчі роботи безпосередньо на лісосіці та на прилеглих до неї ділянках. Насамперед виконуються заходи з охорони праці та безпеки, які включають визначення небезпечних зон, встановлення

попереджувальних знаків, а також огороження потенційно небезпечних місць сигнальними стрічками.

Залежно від характеру та обсягу підготовчих робіт, їх може виконувати як бригада, що безпосередньо здійснюватиме розробку лісосіки, так і спеціалізована бригада, оснащена відповідною технікою та укомплектована кваліфікованими працівниками. На практиці ці роботи, як правило, покладаються на лісозаготівельну бригаду.

Структура основних лісосічних робіт формується з урахуванням виду рубки. Як ми вже зазначали, 89 % рубок – це вибіркові РФОЛ.

На сьогодні, при проведенні рубок формування і оздоровлення лісів операції із звалювання дерев, обрубання гілок і розкрязування стовбурів на сортименти проводяться за допомогою бензиномоторних пилок, наступне трелювання деревини за допомогою наземних транспортних засобів, а саме колісних тракторів, як правило МТЗ-82. Навантаження на автомобільний транспорт для вивезення здійснюється самонавантажувальними автолісовозами.

Зважаючи на специфіку проведення рубок в НПП, а саме на відсутності РГК, і проведенні в основному вибіркових РФОЛ, виникає необхідність у застосуванні відповідного технічного забезпечення.

На основі проведеного аналізу можемо стверджувати, що у виробничому процесі НПП є ще досить багато вузьких місць і зокрема на лісосічних роботах. Перш за все це пов'язано із використанням застарілого устаткування, що спричиняє цілий ряд екологічних проблем, вирішення яких пропонується в наступних розділах кваліфікаційної роботи. Зокрема на операції трелювання пропонуємо використовувати трелювальну машину на базі модернізованого трактора МТЗ-82, які зможе працювати, і як трелювальний трактор (на схилах з невеликим ухилом), так як і канатно-підвісна установка (на схилах стрімкістю понад 20°).

2. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЛІСОЗАГОТІВЕЛЬНИХ РОБІТ НА БАЗІ ПРИРОДОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1 Особливості проведення і проєктування лісозаготівельних робіт в Національних природних парках

Ведення лісозаготівель у межах національних природних парків здійснюється з урахуванням особливого природоохоронного статусу цих територій і спрямоване насамперед на забезпечення екологічної рівноваги, збереження біорізноманіття та стійкості лісових екосистем. У таких парках господарська діяльність має суворо регламентований характер і проводиться відповідно до зонування території. Безпосередньо лісозаготівельні роботи можуть здійснюватися лише у господарській зоні та, частково, у зоні регульованої рекреації — виключно в межах заходів із формування та оздоровлення лісів, санітарних рубань чи вибіркового вилучення аварійних або всихаючих дерев. При цьому забороняються суцільні рубання, що можуть спричинити деградацію природних комплексів.

Усі лісогосподарські заходи повинні проводитися за екологоорієнтованими технологіями, із застосуванням сучасних малошкідливих машин і методів, які мінімізують вплив на ґрунт, підріст та фауну. Основна мета лісозаготівлі в межах національних природних парків — не отримання деревини як ресурсу, а підтримання природної динаміки лісових насаджень і забезпечення їх сталого розвитку.

Національний природний парк «Сколівські Бескиди» не здійснює заготівлі деревини як основний вид господарської діяльності, оскільки основною його діяльністю є збереження природи, а не заготівля деревини.

Однак, згідно із законодавством, природні парки можуть проводити санітарні рубки та рубки догляду за деревами, а лісогосподарська діяльність можлива лише в межах, встановлених для цього типом парку.

Не дивлячись, на те що ліси Національного природного парку «Сколівські Бескиди» переважно виконують екологічні, наукові, водоохоронні, захисні та рекреаційні функції, і мають неістотне експлуатаційне значення, певна частина деревини, в будь-якому разі, піддається рубанням.

Виробнича потужність будь-якого лісового підприємства визначається загальним річним обсягом деревини, який заготовлюється від усіх видів рубань. Для Національного природного парку «Сколівські Бескиди» цей обсяг становить 7422 м³ на рік.

Цієї величини досягають переважно за рахунок проведення різних видів рубок формування і оздоровлення лісів (РФОЛ), а саме від вибіркового санітарних та від рубок догляду, а також від інших заходів, пов'язаних та не пов'язаних з веденням лісового господарства

Рубки головного користування в НПП «Сколівські Бескиди» не проводяться.

Існує цілий ряд факторів, які мають суттєвий вплив на виробничі показники лісогосподарського чи лісозаготівельного підприємства. Ці чинники наводимо в таблиці таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Чинники, які впливають на показники лісозаготівельного виробництва

№ п/п	Чинники, які впливають на виробничу потужність
1	розмір річної лісосіки
2	розмір лісосировинної бази і її таксаційна характеристика
3	територіальне розміщення лісосировинної бази
4	тип транспорту, який застосовується на підприємстві

За даними підприємства середній ліквідний запас деревини становить 104 м³/га для рубань формування і оздоровлення лісів.

Під час планування та проектування технологічного процесу лісозаготівельних робіт слід прагнути до максимально ефективного використання сучасного високопродуктивного обладнання. У разі обмежених фінансових ресурсів доцільно здійснювати модернізацію наявної техніки.

Такий підхід дозволить виконувати виробничі завдання з мінімальними витратами, підвищити рівень механізації та ефективність усіх операцій. Водночас використовуване обладнання повинно відповідати технічним вимогам, гарантувати безпечну експлуатацію, а також враховувати аспекти охорони праці та протипожежної безпеки.

Окрім вищезгаданих вимог, особливо в умовах Національного природного парку, лісозаготівельна техніка і обладнання повинні забезпечувати мінімальний негативний вплив на лісову екосистему та на довкілля в цілому.

Тому планування і проектування лісосічних робіт здійснюємо за такими основними принципами (табл. 2.2.).

Таблиця 2.2 – Принципи проектування основних виробничих процесів

№ п/п	Основні принципи проектування
1.	Раціональне і невиснажливе природокористування
2.	Екологічнобезпечні технології
3.	Енергоощадність

2.2. Визначення параметрів лісосіки та кількості лісосік, що відводяться у рубку

Під час планування лісозаготівельних робіт важливим етапом є визначення параметрів лісосіки та кількості лісосік, які підлягають відведенню у рубку. Розміри, форма та розташування лісосік встановлюються з урахуванням природних умов, рельєфу місцевості, віку та складу насаджень, а також типу лісорослинних умов. При цьому

враховується необхідність забезпечення раціонального використання лісових ресурсів, збереження захисних, водоохоронних і природоохоронних функцій лісу.

Кількість лісосік визначається виходячи з обсягів запланованої заготівлі деревини, доступності ділянок для механізованих робіт та допустимого навантаження на лісові екосистеми. Розміри кожної лісосіки повинні забезпечувати ефективну організацію технологічного процесу, безпечну роботу техніки, мінімізацію пошкоджень ґрунту й підросту, а також зручність у проведенні трелювання та транспортування деревини.

Таким чином, обґрунтування параметрів лісосік базується на поєднанні екологічних, технічних і економічних критеріїв, що дозволяє досягти балансу між потребами виробництва та вимогами сталого лісокористування.

Як ми вже згадували раніше, у Національному природному парку «Сколівські Бескиди» заготівля деревини здійснюється виключно від рубок формування та оздоровлення лісів (РФОЛ).

Основними чинниками, що визначають вибір технологічного процесу розроблення лісосік із використанням тракторів для трелювання, є рельєф місцевості, тип і стан ґрунтів, таксаційні показники лісостанів, а також наявність та життєздатність природного підросту.

Під час організації робіт необхідно прагнути до зменшення трудових витрат на заготівлю одного кубічного метра деревини.

Крім того, довгу сторону лісосіки доцільно орієнтувати перпендикулярно до напрямку панівних вітрів, що сприяє ефективнішому природному поновленню лісу.

У 2018 року в Україні запроваджена процедура оцінки впливу діяльності суб'єкта господарювання на довкілля (ОВД).

ОВД у контексті України означає оцінка впливу на довкілля — процедура, яка визначає можливі екологічні наслідки певної діяльності чи проєкту (наприклад, будівництва, видобутку ресурсів тощо). Вона регулюється Законом України «Про оцінку впливу на довкілля» і передбачає

аналіз впливу на природу, здоров'я людей, біорізноманіття та інші аспекти, а також громадські обговорення.

У таблиці 2.3 наведено види планованої діяльності у лісовому господарстві, які обов'язково мають проходити процедуру оцінки впливу на довкілля.

Таблиця 2.3 – Види планованої діяльності (рубок) у галузі лісового господарства, які підпадають під процедуру ОВД

1)	Усі суцільні та поступові рубки головного користування та суцільні санітарні рубки на площі понад 1 гектар; усі суцільні санітарні рубки на територіях та об'єктах природно-заповідного фонду (ПЗФ);
2)	Лісогосподарське освоєння на територіях площею 20 га і більше або на територіях та об'єктах ПЗФ чи в їхніх охоронних зонах на площі 5 га і більше;
3)	Насадження лісу (крім лісовідновлювальних робіт) на площах понад 20 га або на територіях та об'єктах ПЗФ чи в їхніх охоронних зонах на площі 5 га і більше;
4)	Зміна цільового призначення земель сільськогосподарського призначення (якщо нове призначення відноситься хоча б до одного виду діяльності у галузі лісового господарства, зазначеного у частинах другій та третій статті 3 Закону).

Як бачимо процедура ОВД проводиться на об'єктах природно-заповідного фонду, якщо площа території перевищує 5 га.

Тому, приймаємо такі параметри лісосік на рубках формування і оздоровлення лісів:

ширина лісосіки B – 100 м;

довжина лісосіки L – 100 м.

Тоді площа лісосіки буде становити:

$$S = B * L \quad (2.1)$$

$$S = 100 * 100 = 10000 \text{ м}^2 = 1 \text{ га}$$

Для лісозаготівель плануємо застосовувати паралельну схему розробки лісосіки з облаштуванням кількох проміжних навантажувальних пунктів, розташованих уздовж лісовозної дороги. Пасічні трелювальні волоки проектуються перпендикулярно до лісовозної дороги. Лісосіку попередньо поділяють на пасіки однакових розмірів. Така схема є оптимальною для трелювання з невеликих лісосік, особливо в умовах, коли необхідно зберігати підріст і мінімізувати екологічний вплив, що актуально для НПП «Сколівські Бескиди».

Використання проміжних навантажувальних пунктів та їх розташування вздовж лісовозної дороги зменшує відстань транспортування деревини від пасік до дороги (зазвичай 100–300 м), що підвищує продуктивність трелювання. Кількість пунктів залежить від розміру лісосіки (наприклад, 3–5 пунктів для лісосіки площею 2–5 га).

Перпендикулярні волоки забезпечують ефективне трелювання за допомогою канатних установок, мінімізуючи пошкодження ґрунту та підросту. Ширина волоків зазвичай становить 3–5 м, що відповідає вимогам НПАОП 02.0-1.04-05.

Поділ лісосіки на пасіки (сектори) однакового розміру спрощує планування робіт і контроль обсягів заготівлі. Це особливо важливо для вибіркових рубок у заповідних зонах.

Перевагами використання такої схеми є:

- Екологічність: паралельна схема з перпендикулярними волоками мінімізує ущільнення ґрунту та пошкодження молодих дерев, що відповідає вимогам Закону «Про оцінку впливу на довкілля» для НПП «Сколівські Бескиди».

- Ефективність для невеликих лісосік: підходить для ділянок площею до 5 га, де використання важкої техніки (наприклад, гусеничних тракторів) є недоцільним через високий екологічний вплив.

- Сумісність із запропонованою установкою: універсальна канатна установка на базі МТЗ-82 із трелювальним щитом дуже добре вписується в цю схему, оскільки дозволяє трелювати деревину на короткі відстані (до 200–300 м) до навантажувальних пунктів.

Також варто відзначити певні технічні аспекти запропонованої схеми з використанням канатної установки:

- Відстань трелювання: для канатної установки на базі МТЗ-82 оптимальна довжина волака становить 100–200 м, що відповідає продуктивності 8–15 м³/год (на основі аналогів).

- Сила тяги: максимальна сила тяги 55 кН (на внутрішніх витках барабана) дозволяє транспортувати вантажі до 2 т, що достатньо для невеликих пасік.

- Збереження підросту: перпендикулярні волаки та використання канатного транспорту зменшують контакт із ґрунтом, що сприяє збереженню життєздатного підросту цінних порід дерев.

З точки зору економічної доцільності також є ряд переваг:

- паралельна схема знижує витрати на транспортування завдяки близькості навантажувальних пунктів до лісовозної дороги (економія палива ~10–20% порівняно).

- модифікований трактор МТЗ-82 із канатною установкою зменшує потребу в додатковій техніці, знижуючи капітальні витрати (модифікація трактора становить орієнтовно 100-200 тис. грн проти €50,000 за вживану LARIX-3T).

Запас деревини на лісосіці під час проведення вибіркового санітарного рубок формування і оздоровлення лісів становить:

$$Q_{\text{л}} = S * M; \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{л}} = 1 * 104 = 104 \text{ м}^3;$$

Загальна кількість лісосік визначається за залежністю:

$$n = \frac{Q_P}{Q_L}, \text{ лісосік,} \quad (2.3)$$

де Q_P – річний об'єм заготівлі деревини, m^3 ;

Q_L – запас деревини на лісосіці, m^3 .

Тоді, кількість лісосік для вибіркового санітарних і доглядових РФОЛ буде становити:

$$n = \frac{7422}{104} = 71,4 \approx 72 \text{ лісосіки}$$

2.3 Встановлення виробничих об'ємів та режиму роботи підприємства

Щоб визначити виробничі обсяги і режим роботи підприємства, насамперед необхідно розрахувати добове та змінне завдання. Для цього в першу чергу слід визначити кількість робочих днів на підприємстві.

Кількість робочих днів визначаємо за залежністю:

$$A = D - B - C - H, \quad (2.4)$$

де,

D – кількість календарних днів в році, $D = 365$ днів;

B - кількість вихідних днів в році, $B = 104$ дні;

C - кількість святкових днів в році, $C = 8$ днів;

H - кількість непридатних для лісозаготівлі (через погодні умови) днів у році; приймаємо $H = 4$ дні.

Тоді,

$$A = 365 - 104 - 8 - 5 = 249 \text{ днів}$$

Режим роботи підприємства – п'ятиденний. Здійснення робіт на лісосіці проводитимемо в одну зміну. Тривалість зміни – 8 год.

На основі режиму роботи НПП «Сколівські Бескиди» розраховуємо добове та змінне завдання лісозаготівлі:

$$Q_{\text{доб}} = \frac{Q_p}{A}, \quad (2.5)$$

де Q_p – річний обсяг заготівлі деревини, м³;

A – число робочих днів в році, дні.

Плануємо здійснення усіх робіт по лісозаготівлі в одну зміну. Тоді, змінне завдання для РФОЛ становитиме:

$$Q_{\text{доб}} = \frac{7422}{249} = 29,8 \approx 30 \text{ м}^3/\text{добу}$$

2.4. Структура технологічного процесу та вибір технічних засобів для виконання лісосічних робіт.

Для правильного і обґрунтованого вибору обладнання для лісосічних робіт, треба перш за все, враховувати такі чинники як географічне розташування лісокомбінату, лісорослинні умови, характеристики лісових насаджень (грунтові умови, склад і вік насаджень, середній об'єм і діаметр стовбура), рельєф місцевості, розміри лісосік та спосіб рубок. Ці всі фактори сукупно можуть обмежувати використання тих чи інших лісозаготівельних машин за їх технічними параметрами.

Система машин, обрана для виконання лісосічних робіт, має забезпечувати комплексну та повну механізацію всіх етапів лісозаготівлі, високу продуктивність праці, впровадження ресурсоефективних, природозберігаючих і безвідходних технологій.

Склад і зміст операцій лісосічних робіт залежить, в основному, від способу вивезення деревини, рельєфних умов, складу насаджень.

Правильний підбір системи машин дає можливість в значній мірі підвищити продуктивність праці на лісосічних роботах.

Оскільки лісозатівельні роботи проводяться в гірській місцевості, то проєктуємо вивезення деревини проводити в сортиментах, а технологічний процес буде складатись з таких операцій: звалювання дерев, очищення їх від гілля, розкрязування стовбурів, трелювання сортиментів і відвантаження.

Зважаючи на не значні об'єми заготівлі деревної сировини, а також переважно гірський рельєф місцевості, обираємо таке обладнання (машини і механізми) для виконання лісосічних робіт:

- звалювання дерев, очищення від гілля та розкрязування стовбурів на сортименти під час виконання вибіркового і доглядового рубань формування і оздоровлення лісів будемо проводити бензиномоторною ланцюговою пилюкою Stihl MS 361 (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Основні технічні характеристики бензиномоторної пилюки Stihl MS 361

Технічні характеристики бензопили Stihl MS 361

Робочий об'єм (куб. см) – 59.0

Потужність (кВт/к.с.) – 3.4/4.6

Вага (кг) – 5.6

Питома вага (кг/кВт) – 1.6

Ланцюг Oilmatic (крок/тип) – 3/8" Rapid Super Comfort

Довжина шини – 40 см

Для виконання операції спуску деревини з гірських схилів передбачається використання мобільної канатної установки (МКУ), створеної на базі колісного трактора МТЗ-82. У разі відсутності під'їзних доріг трелювання може здійснюватися у дві стадії: спочатку – спуск деревної сировини зі схилів за допомогою МКУ, а потім – транспортування магістральними волоками цією ж установкою в режимі трелювального трактора, або за участю інших наявних колісних тракторів. Проєктні пропозиції щодо моделі конструкції та відповідні розрахунки запропонованої МКУ наведено в третьому розділі.

Відвантаження деревини на лісовозний транспорт буде здійснюватись самонавантажувальними автомобілями.

2.5. Розрахунок кількості машин, механізмів і працівників для виконання лісозаготівельних робіт

Продуктивності основних машин, механізмів і обладнання, які будуть задіяні під час проведення РФОЛ, а саме бензинових ланцюгових пилок, мобільних канатних установок (МКУ), самонавантажувальних автолісовозів розраховуємо за формулами з доступних літературних джерел [3-7], які зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Формули для встановлення продуктивностей машин і механізмів

№ п/п	Технологічна операція	Тип обладнання	Формула визначення продуктивності	
1	Звалювання дерев	Бензиномоторна пила	$P_{ЗВ} = \frac{T * C_t * q_{cm}}{t}$	(2.6)
2	Очищення дерев від гілок	Бензиномоторна пила	$P_{ОБР} = \frac{T * C_1 * P_{П} * q_{СТ}}{f}$	(2.7)
3	Розкрязування стовбурів	Бензиномоторна пила	$P_P = \frac{T \cdot q_{cm} \cdot f_1 \cdot f_2}{t_y}$	(2.8)
4	Звалювання, обрізування гілок, розкрязування (комплексна)	Бензиномоторна пила	Комплексна продуктивність : $P_K = \frac{P_{ЗВ} \cdot P_{ОБР} \cdot P_P}{P_{ЗВ} \cdot P_{ОБР} + P_{ЗВ*} \cdot P_P + P_{ОБР} \cdot P_P}$	(2.9)
5	Трелювання деревини	МКУ	$P_{зм} = \frac{(T - t_{нз}) * C_t * Q}{\sum t}$	(2.10)
6	Відвантаження	Самонавантажувальний автолісовоз	$P = \frac{(T - t_{нз}) * C_1 * G * C_q * 1}{L_{сер} * t + t_1 + t_2} * \frac{1}{q * y}$	(2.11)

Отже плануємо технологічний процес для санітарних РФОЛ, на яких будуть задіяні такі машини і механізми:

- бензопилка Stihl 361 на операціях звалювання, обрізання гілок і розкрязування

- мобільна канатна установка змонтована на шасі колісного сільськогосподарського трактора МТЗ-82 – на операції трелювання деревини.

Отримані дані щодо продуктивності машин і механізмів записуємо в таблицю 2.6. У цю таблицю також вносимо розрахунки для визначення потрібної кількості обладнання та працівників для виконання робіт з формування та оздоровлення лісів (РФОЛ).

Для проведення розрахунків користуємось такими вихідними даними: загальний обсяг деревини отриманої від РФОЛ – 7422 м^3 , ліквідний запас деревини на одному гектарі – $104 \text{ м}^3/\text{га}$, середня площа лісосіки – 1 га , змінний об'єм заготівлі для бригади – $30,0 \text{ м}^3$, середній об'єм стовбура на РФОЛ – $0,42 \text{ м}^3$.

Таблиця 2.6 – Результати розрахунку кількості обладнання та працівників для виконання РФОЛ

Назва операцій	Змін не завдання	Тип механізма	Зм. продукт.	К-сть роб. на обл. 1 мех.	Потрібна кількість			
					Розрахункова		Спискова	
					Мех.	Роб.	Мех.	Роб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Звалювання дерев, очищення від гілок та часткове розкрязування	30,0	Stihl MS 361	28,6	2	1,05	2,1	1	2
Трелювання	30,0	МКУ	36,4	3	0,82	2,5	1	3
Відвантаження	30,0	Самонав. авт.	41,2	-	-	-	-	-
Всього							2	5

З таблиці 2.6 можемо узагальнити, що для реалізації поставленої задачі під час виконання вибіркового санітарного та доглядового РФОЛ треба залучити 2 механізми і 5 працівників.

Склад комплексної бригади визначаємо за продуктивністю головного (ведучого) механізму. Таким механізмом прийнято вважати механізм, простоювання якого буде обходитися підприємству найдорожче. Таким чином продуктивність головного механізму і буде вважатися змінним завданням для комплексної бригади.

Для здійснення вибіркового санітарних та доглядових рубок формування і оздоровлення лісів в умовах НПП «Сколівські Бескиди» ведучим механізмом буде запроєктована нами мобільна канатна установка (МКУ). Продуктивність цієї МКУ і становитиме змінне завдання на одну комплексну бригаду.

Як бачимо з отриманих результатів розрахунків, враховуючи не значні обсяги заготівлі деревини, для виконання поставленого завдання нам достатньо однієї комплексної бригади, яка буде складатись з 5 працівників: один звалювальник з помічником, один оператор МКУ і два його помічники-чокерувальники.

2.6. Створення технологічної карти розробки лісосіки

Головним нормативним документом при розробленні лісосіки є технологічна карта, яку складають в офісі підприємства задовго до початку лісозаготівельних робіт. У технологічній карті має бути відображена вся основна інформація, що стосується процесу розроблення лісосіки. Основні відомості з технологічної карти наведено в таблиці 2.7.

На рисунках 2.1. та 2.2. (див. Додатки) наведено технологічні схеми розроблення лісосік при виконанні РФОЛ та вибіркового РГК – відповідно базовий і проектний варіанти.

Основні лісосічні роботи розпочинають лише після завершення підготовчого етапу. Як зазначалося раніше, для операції звалювання дерев передбачається використання бензиномоторної пилки Stihl MS 361. Безпосередньо після звалювання звалювальник очищує дерево від гілок, а

потім виконує розкрязування. Таким чином, усі три операції здійснюються одним механізмом за участю двох працівників — звалювальника та його помічника. Перед початком робіт лісосіку попередньо поділяють на пасіки завширшки до 30 метрів.

Таблиця 2.7 – Основні відомості з технологічної карти

№ п/п	Показники
1.	схема лісосіки
2.	послідовність розроблення лісосіки та пасік
3.	схема верхнього складу (навантажувального майданчика)
4.	загальні таксаційні дані що стосуються лісосічного фонду
5.	площа лісосіки
6.	структура і склад насаджень
7.	ліквідний запас деревини на лісосіці
8.	ліквідний запас деревини на 1 га
9.	машини та механізми
10.	склад підготовчих робіт
11.	число робітників на механізмах
12.	загальна кількість працівників в бригаді
13.	кількість бригад
14.	завдання на бригаду
15.	економічні показники
16.	заходи з охорони праці та техніки безпеки

Завантаження та транспортування деревної сировини планується виконувати за допомогою самонавантажувальних автолісовозів, оснащених гідроманіпуляторами, що перебувають на балансі підприємства.

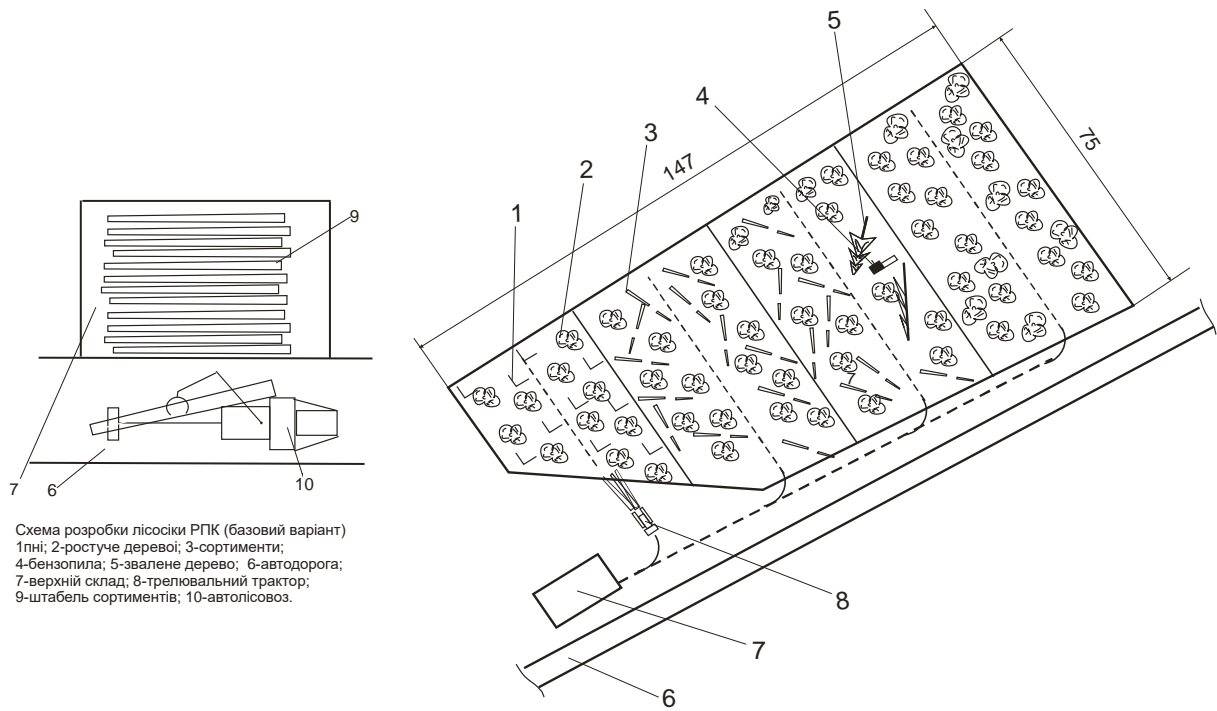


Рис. 2.1. Схема розробки лісосіки (вибіркові санітарні РФОЛ, базовий варіант)

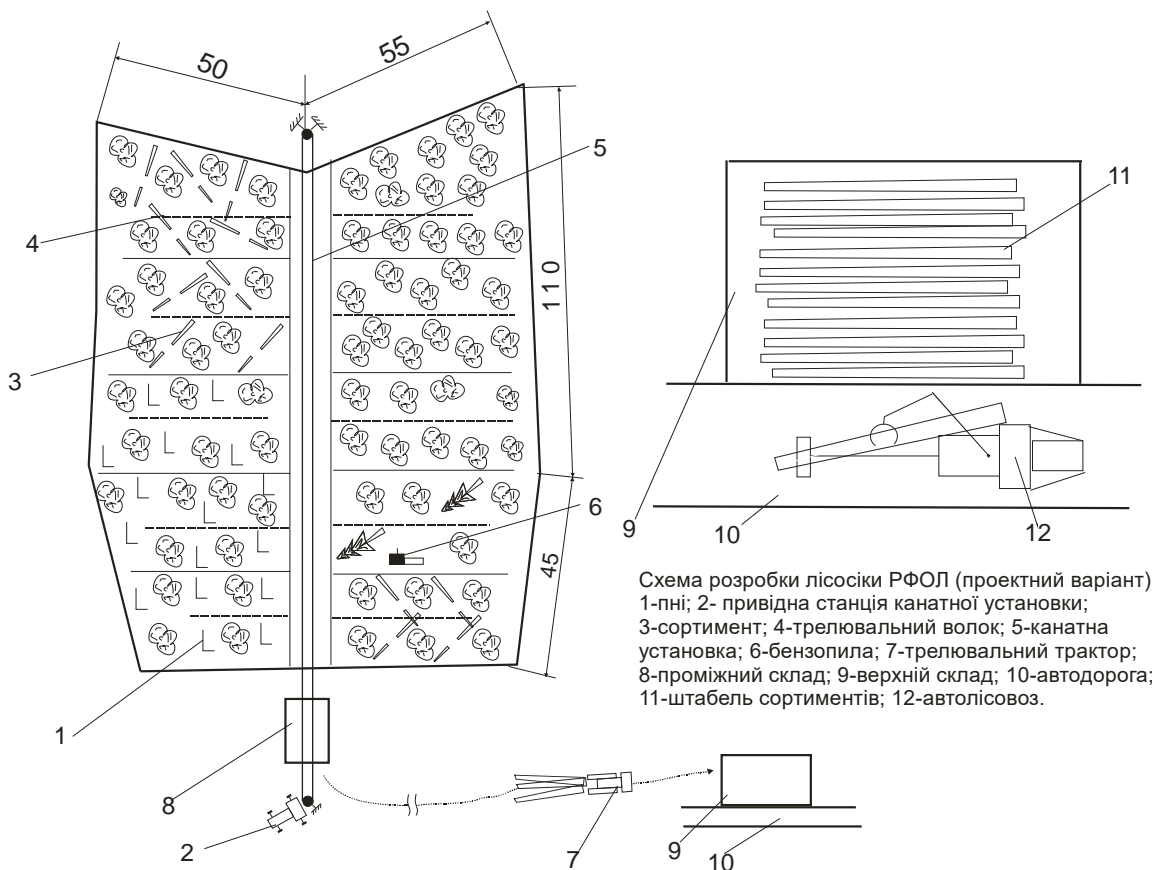


Рис. 2.2. Схема розробки лісосіки (вибіркові санітарні РФОЛ, проектний варіант)

2.7. Заходи з охорони праці, безпеки життєдіяльності та пожежної безпеки

Як ми уже зазначали в першому розділі Національний природний парк (НПП) «Сколівські Бескиди» — це унікальна охоронна територія в південній частині Львівської області (Сколівський, Турківський та Дрогобицький райони), створена у 1996 році для збереження карпатських екосистем. Площа парку становить 35 684 га, з яких понад 55% вкрито хвойними та листяними лісами (смерека, бук). Лісосічні роботи тут проводяться обмежено, переважно в господарській зоні (22 758 га), з акцентом на сталі лісокористування, санітарні рубки та вибіркові рубки для відновлення насаджень. Вони регулюються Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», Положенням про НПП та загальними нормами охорони праці.

Охорона праці на лісосічних роботах у парку базується на НПАОП 02.0-1.04-05 «Правила охорони праці для працівників лісового господарства та лісової промисловості» (затверджені наказом МНС № 119 від 13.07.2005, з доповненнями). Ці правила враховують специфіку Карпат: гірський рельєф (ухили до 50°), вологий клімат, наявність диких тварин (ведмеді, вовки, зубри) та високий ризик ерозії ґрунту. Роботи проводяться з обов'язковою оцінкою впливу на довкілля (ОВД) та погодженням з адміністрацією НПП, щоб мінімізувати шкоду біорізноманіттю (понад 40 видів рослин і 63 тварин з Червоної книги України).

Основні ризики та причини травматизму в НПП «Сколівські Бескиди» перш за все пов'язані з виконанням лісосічних робіт.

Лісосічні роботи — один з найнебезпечніших видів діяльності, з ризиками:

- обвалення дерев (завислі, пошкоджені вітром).
- травми від бензопил (обрізання гілок, звалювання).
- падіння на схилах, ерозія, обвали.

- контакт з тваринами, отруйними рослинами чи комахами.
- погодні фактори (туман, дощ, сніг, що ускладнюють видимість).

За даними Держпраці, основні причини нещасних випадків — організаційні: порушення інструкцій (70%), відсутність підготовки, несправне обладнання. У НПП, як і загалом по лісових підприємствах Карпатського регіону, травматизм зростає взимку через ожеледицю та сніг.

Вимоги до організації робіт

Роботи проводяться за картою технологічного процесу (розробляється в 3 примірниках, затверджується керівником підрозділу). Вона включає: опис підготовчих робіт (відведення лісосік, очищення від небезпечних дерев), схеми пасік (ділянки звалювання), шляхів евакуації та зон безпеки (не менше 60–70 м від місць робіт), акт готовності лісосіки (підтверджує виконання підготовки).

Окрім того у НПП «Сколівські Бескиди» є додаткові вимоги щодо:

- обмеження рубок у заповідній зоні (5194 га) — тільки санітарні;
- використання канатних установок на схилах 20–40° для мінімізації впливу на ґрунт;
- заборона робіт у зонах біорізноманіття (водоспади Гуркало, Кам'янецький; заповідник «Густань»).

Що стосується погодних умов, то заборонено здійснювати лісосічні роботи при вітрі >10 м/с, грозі, обмерзанні, видимості < 50 м. Взимку – обов'язкова перевірка на сніговий покрив.

Існують також певні вимоги до персоналу. Перш за все до робіт допускаються працівники віком від 18 років, які обов'язково проходять медогляд, навчання з ОП (щорічно), перевірку знань (група II з безпеки). У НПП окрім загальних вимог з ОП існує ще додатковий інструктаж з екологічної безпеки.

Бригада повинна складатись не менше як з 2–3 осіб, в якій керівником робіт (бригадиром) повинен бути майстер з досвідом.

Категорично забороняється працювати в стані сп'яніння, без засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), на висоті без страхування.

Засобами індивідуального захисту роботодавець (адміністрація НПП «Сколівські Бескиди» або підрядники) забезпечує безкоштовно.

Безкоштовно видатся такі ЗІЗ як:

- захисні каски, сигнальні жилетки (флуоресцентні);
- засоби проти ковзання (для схилів), рукавиці, окуляри;
- захисні комбінезони, страхувальні пояси.
- аптечки, питна вода.

Контроль за дотриманням вимог з охорони праці здійснює Служба ОП НПП та Держпраці. У разі нещасного випадку розслідування проводиться за Законом «Про охорону праці».

Для профілактики нещасних випадків в НПП «Сколівські Бескиди» проводяться семінари, тренінги та моделювання ризиків. Загалом у 2023–2024 рр. у Карпатському регіоні фіксували зниження травматизму на 15 % завдяки посиленню перевірок.

Необхідно забезпечувати безпеку використання машин і обладнання.

Потрібно здійснювати щоденну перевірку і обслуговування бензопилок (леза, ланцюг, паливо, олива). Заборонено звалювати дерева, що спираються на інші.

До обладнання також висувається ряд вимог щодо безпеки експлуатації.

Сталеві канати повинні використовуватись діаметром не менше 14–20 мм (залежно від вантажопідйомності установки), з мінімальним коефіцієнтом запасу міцності $Z_p \geq 6-9$ (за ГОСТ 3241-80).

Необхідно періодично здійснювати вибраковування канатів: перевірка на обриви дротів (не більше 5–10% в пучку каната, залежно від діаметра), зношення, корозію. Канат допускається до роботи за умови ретельного щоденного огляду та запису в журнал. Також необхідно здійснювати захист канатів від механічних пошкоджень (тертя, защемлення),

впливу вогню, хімічних речовин та вологи (змащення синтетичними мастилами для вологої місцевості).

Опорні конструкції повинні бути стійкими до навантажень (розрахунок на вантаж до 3–5 т на установку), з фіксацією на стабільних опорах.

Системи керування канатних установок повинна бути оснащена автоматичними гальмами, обмежувачами навантаження, тощо. Обладнання повинно мати сертифікат відповідності та проходити технічний огляд щорічно.

Оператори повинні мати посвідчення на право керування підймальним обладнанням (група з безпеки праці не нижче II), проходити медогляди та навчання (щонайменше раз на 3 роки).

Робота повинна здійснюватись в бригаді (не менше 2–3 осіб): один – керування, інші — сигналізація та контроль.

Всі працівники обов'язково повинні використовувати ЗІЗ: каски, захисні окуляри, рукавиці, жилети з флуоресцентними елементами, страхувальні пояси при роботі на висоті.

Важкі машини і механізми не повинні експлуатуватись ближче ніж 50 м до водойм, зон біорізноманіття чи населених пунктів.

Роботи повинні тривати не більше 8 год/зміну, з перервами на огляд. У зимовий період – необхідно здійснювати перевірку на обмерзання.

Щодня перед запуском канатної установки має бути проведений огляд, раз в місяць – огляд з актом. У разі виявлення несправностей потрібно негайно зупинити роботи на цьому обладнанні.

За розробку інструкцій з ОП, нарядів-допусків та карт технологічного процесу відповідає роботодавець. Порухення тягне адміністративну чи кримінальну відповідальність.

2.8 Основні техніко-економічні показники виконання лісосічних робіт

Основні розрахункові технічні та економічні показники діяльності підприємства, зокрема виконання лісосічних робіт під час проведення вибіркового санітарних та доглядових рубок формування та оздоровлення лісів, подано в таблиці 2.8.

До основних техніко-економічних показників лісосічних робіт належать: загальна чисельність працівників, кількість бригад, комплексна норма виробітку тощо.

Таблиця 2.8 – Техніко-економічні показники лісосічних робіт

№	Назва показника	Одиниці виміру	Величина
1.	Річний об'єм вивезення:	<i>м³</i>	7422
2.	Кількість робітників на основних роботах:	<i>робітн.</i>	5
3.	Комплексний виробіток на одного робітника	<i>м³/робітн.</i>	6,0
4.	Степінь механізації	%	40,0
5.	Енергоозброєність одного робітника	<i>кВт/роб.</i>	12,7
6.	Кількість бригад	<i>бригад</i>	1
7.	Кількість робітників в бригаді:	<i>робітн.</i>	5
8.	Кількість лісосік	<i>шт.</i>	72

3. ПРОЄКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РОЗРОБЛЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КАНАТНОЇ УСТАНОВКИ

3.1. Умови використання канатних установок на лісозаготівлях в Україні

Канатні установки (мобільні канатні лісотransпортні установки) використовуються для транспортування деревини в гірських та важкодоступних районах, наприклад, в Українських Карпатах. Вони дозволяють мінімізувати вплив на ґрунт і екосистеми порівняно з важкою технікою. Основні умови використання регулюються «Правилами охорони праці для працівників лісового господарства та лісової промисловості» (НПАОП 02.0-1.04-05, затверджені наказом МНС України № 119 від 13.07.2005), а також загальними нормами для підйимального обладнання (НПАОП 0.00-1.80-18). Нижче наведено ключові вимоги, згруповані за аспектами.

Канатні установки на лісозаготівлях в Україні використовуються на схилах із ухилом від 15° до 50° , залежно від типу установки та умов місцевості.

Мінімальний ухил ($15\text{--}20^{\circ}$): застосовуються для пологих схилів, де техніка на колесах чи гусеницях неефективна або може пошкодити ґрунт.

Оптимальним і найпоширенішим діапазоном для використання канатних установок вважається діапазон в межах $20\text{--}40^{\circ}$. Такий діапазон забезпечує ефективне транспортування деревини з мінімальними ризиками.

Максимальний ухил (до 50°): використовується для спеціалізованих установок із посиленими канатами та опорами. Робота на ухилах понад 50° зазвичай заборонена через високий ризик аварій (за НПАОП 02.0-1.04-05).

Слід також зазначити, що на ухилах понад 40° потрібні додаткові заходи безпеки: посилені анкерні опори, страхувальні системи, обмежувачі навантаження.

У Карпатах, де рельєф складний, установки часто застосовують на ухилах 25–35°, що є оптимальним для продуктивності та безпеки.

Обов'язково складається «Карта технологічного процесу» (у 3 примірниках) перед початком робіт, яка включає опис безпечних методів, схеми розміщення установки, оцінку ризиків (підготовчі роботи, основні операції) та заходи з охорони праці.

Канатно-підвісні установки заборонено використовувати в зонах з високим ризиком обвалів, повеней чи пожеж без додаткових заходів безпеки.

3.2. Обґрунтування вибору конструкції спеціалізованої мобільної канатної установки

Останніми роками структура технологічних процесів у лісозаготівельній галузі України суттєво змінилася. Значна частина машин і механізмів є технічно застарілими, а їхній стан часто характеризується високим ступенем зношеності, що робить їх ремонт і подальшу експлуатацію економічно недоцільними.

Вибір техніки для лісозаготівельних робіт залежить насамперед від природних умов розташування лісозаготівельного підприємства. Географічні та геофізичні особливості лісових масивів в Україні дуже різноманітні: від рівнин із сухими ґрунтами до сильно заболочених територій і гірських районів. Відповідно, лісозаготівельна техніка має бути адаптованою до цих умов.

На рівнинних ділянках для трелювання зазвичай застосовують колісні трелювальні трактори, обладнані чокерами або безчокерні трелювальні трактори. Завдяки відносно високій швидкості руху такі трактори, оснащені причепами чи розпусками, можуть транспортувати деревину безпосередньо з лісосіки до нижнього складу, залежно від відстані.

Складніші умови виникають під час рубок у заболочених або гірських районах. У таких місцевостях переважно використовують підвісний канатний

транспорт та гужову тягу для підтрелювання і формування пачок деревини. Канатні установки можуть бути як мобільними, так і стаціонарними, вітчизняного чи іноземного виробництва.

Використання канатного транспорту на лісозаготівлях пов'язане зі значними додатковими витратами на монтажні-демонтажні роботи, які вимагають ручної праці та фізичних зусиль. Монтаж багатопрогінних підвісних канатних установок потребує залучення висококваліфікованих монтажників, суворого дотримання техніки безпеки, що суттєво підвищує собівартість заготовленої деревини.

У гірських районах вибір техніки залежить від розташування лісосіки. Для ефективного виконання робіт можуть використовуватися як однопрогінні мобільні канатні установки, так і трелювальні трактори.

Використання канатно-підвісних установок має як свої переваги, так і недоліки. Так, монтаж і демонтаж багатопрогінних канатних установок є трудомісткими та дорогими процесами. Наприклад, для установок типу LARIX-3T монтаж може займати 1-2 дні та потребувати 3-5 працівників, що підвищує витрати на оплату праці.

Вимоги до кваліфікації монтажників (група з безпеки праці не нижче II, згідно з НПАОП 02.0-1.04-05) та дотримання техніки безпеки (перевірка канатів, опор, обмежувачів) ускладнюють процес і збільшують собівартість. За оцінками, витрати на монтаж можуть становити до 20–30% від загальних витрат на лісозаготівлю в гірських умовах.

У гірських і пагорбистих районах, таких як НПП «Сколівські Бескиди», ухили варіюються від 15° до 40°, що вимагає комбінованого використання техніки. Однопрогінні канатні установки (наприклад, мобільні моделі з довжиною каната до 200–300 м) ефективні для коротких дистанцій, тоді як трелювальні трактори краще підходять для рівнинних ділянок або ділянок з ухилом до 30°.

На нашу думку, ідея створення універсальної установки на базі трактора МТЗ-82 є перспективною, оскільки цей трактор є універсальним,

доступним (вартість ~\$10,000–15,000 на вторинному ринку) і наявний у більшості лісогосподарських підприємств України. Його модифікація для виконання функцій канатної установки та трелювального трактора може знизити витрати на закупівлю спеціалізованої техніки.

Запропонована мобільна спеціалізована канатна установка з трелювальним щитом дозволяє: виконувати трелювання на відстань до 200–300 м у гірських і пагорбистих умовах (ухили до 35°); швидко перемикатися між режимами канатного транспорту та класичного трелювання; зменшити залежність від складного монтажу багатопрогінних установок.

Перевагами роботи установки в режимі колісного трактора МТЗ-82 є:

- потужність двигуна (81 к.с.) достатня для роботи з вантажами до 2-3 т;
- висока прохідність на не стрімких схилах і пагорбах завдяки повному приводу;
- простота обслуговування та доступність запчастин.

Модифікація МТЗ-82 (встановлення канатної системи та трелювального щита) може коштувати орієнтовно 100–300 тис. грн, що значно дешевше за імпорتنі канатні установки (наприклад, вживана установка LARIX-3T коштує ~ €50,000). Це може суттєво знизити капітальні витрати для підприємства. Зменшення витрат на монтаж (до 50 % порівняно з багатопрогінними установками) та використання наявної техніки підвищує загальну рентабельність.

У НПП «Сколівські Бескиди» використання такої установки відповідатиме вимогам сталого лісокористування, оскільки мінімізуватиме пошкодження ґрунту порівняно з гусеничними тракторами (згідно з Законом «Про оцінку впливу на довкілля»).

З точки зору технічної реалізації необхідно розробити детальну конструкцію трелювального щита та канатної системи, сумісної з трактором МТЗ-82. Рекомендується використовувати сталеві канати діаметром 14-16 мм (згідно з ГОСТ 3241-80) із запасом міцності $Z_p \geq 6$.

Також потрібно провести випробування в умовах НПП «Сколівські Бескиди» на ухилах 20-35° для оцінки продуктивності (м³/год), витрат палива та безпеки. Переконалися, що модифікована конструкція відповідає стандартам безпеки (ГОСТ 3241-80 для канатів, ДСТУ EN 13155 для вантажопідіймальних механізмів).

Оператори повинні пройти навчання з керування модифікованою установкою, з акцентом на безпеку (перевірка канатів, фіксація вантажу).

Розробити детальну інструкцію з експлуатації та карту технологічного процесу для використання установки в лісгосподарських підприємствах.

Для підтвердження економічної ефективності необхідно провести порівняння витрат на модифікацію сільськогосподарського трактора МТЗ-82 із вартістю експлуатації імпортних канатних установок, наприклад тієї ж LARIX-3T.

З огляду на вищесказане, нами запропоновано конструкцію спеціалізованої універсальної мобільної канатної установки на базі колісного трактора загального призначення. Така установка поєднуватиме функції мобільної канатної установки та класичного трелювального трактора, що дозволяє адаптуватися до різних геологічних умов лісозаготівель.

Зокрема, розроблено пропозиції щодо конструкції мобільної спеціалізованої канатної установки з трелювальним щитом на базі трактора МТЗ-82, який є широко поширеним у більшості лісозаготівельних підприємств України.

3.3. Опис конструкції мобільної спеціалізованої канатної установки

Загальний зовнішній вигляд запропонованої конструкції мобільної канатної установки з трелювальним щитом в режимі роботи канатної однопрогінної установки представлено рис. 3.1.

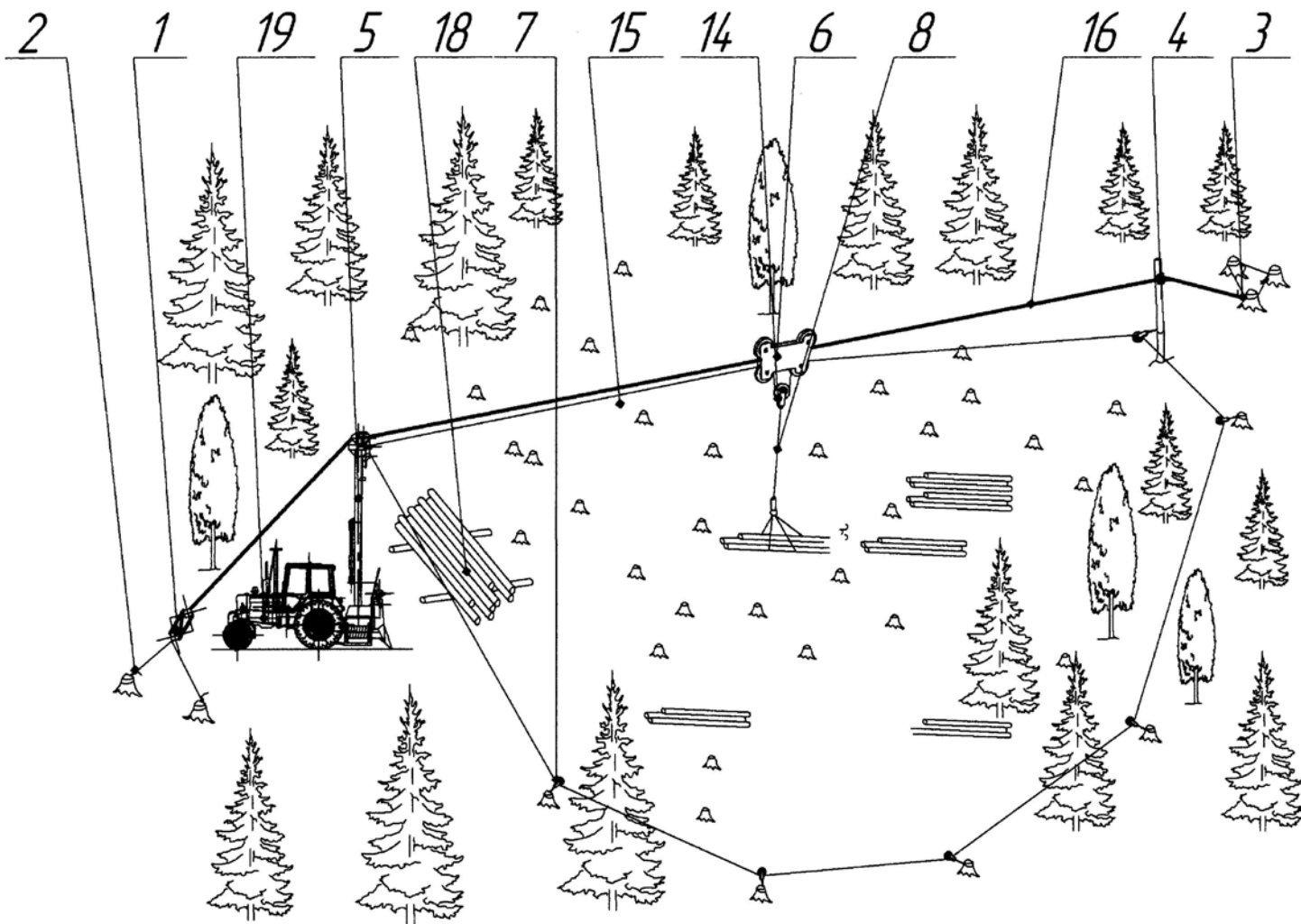


Рис. 3.1. Загальний вигляд мобільної спеціалізованої канатної установки; режим роботи – канатна установка

В цьому режимі установка складається з базового колісного трактора МТЗ-82 – (19), на якому змонтовано щоглу з приводом (5).

У запропонованій конструкції тиловою щоглою слугує ростуче дерево без крони (4), яке виконує функцію опори для системи. Вантажно-підіймальна каретка (6) переміщується по несучому канату (16) за допомогою тягово-зворотного канату (15), який проходить через обвідні блоки (7), розташовані по периметру лісосіки. Несучий канат закріплюється між опорами (2 і 3), а його натяг забезпечується за допомогою поліспасти (1). Для зменшення діаметра канатів у конструкції каретки використано проміжний блок (6), до якого приєднується чокер (8) для фіксації вантажу. Трельована деревина транспортується до естакади (18), розташованої поблизу трактора.

Поліспасти (1) дозволяє регулювати натяг несучого каната (16), що критично для роботи на схилах 20-40° у гірських і пагорбистих районах, таких як НПП «Сколівські Бескиди».

Проміжний блок у каретці зменшує навантаження на канати, дозволяючи використовувати канати меншого діаметра (наприклад, 12-14 мм замість 16–20 мм), що знижує вагу системи та собівартість.

Режим роботи установки в якості трельовального трактора показано на рис. 3.2.

Конструкція універсальної мобільної установки базується на тракторі загального призначення (1), в нашому випадку, МТЗ-82. На передній частині трактора встановлена стійка (3), до якої в транспортному режимі кріпиться опора канатної установки (2). Складання та піднімання опори здійснюється за допомогою потужного гідроциліндра. Корпус канатних барабанів (6) виконаний як єдиний модуль із трельовальним щитом (4), що забезпечує компактність і зручність експлуатації.

Для трельовальних робіт використовується один із барабанів, канат якого проходить через скеровуючий блок (5), забезпечуючи ефективно переміщення вантажу.

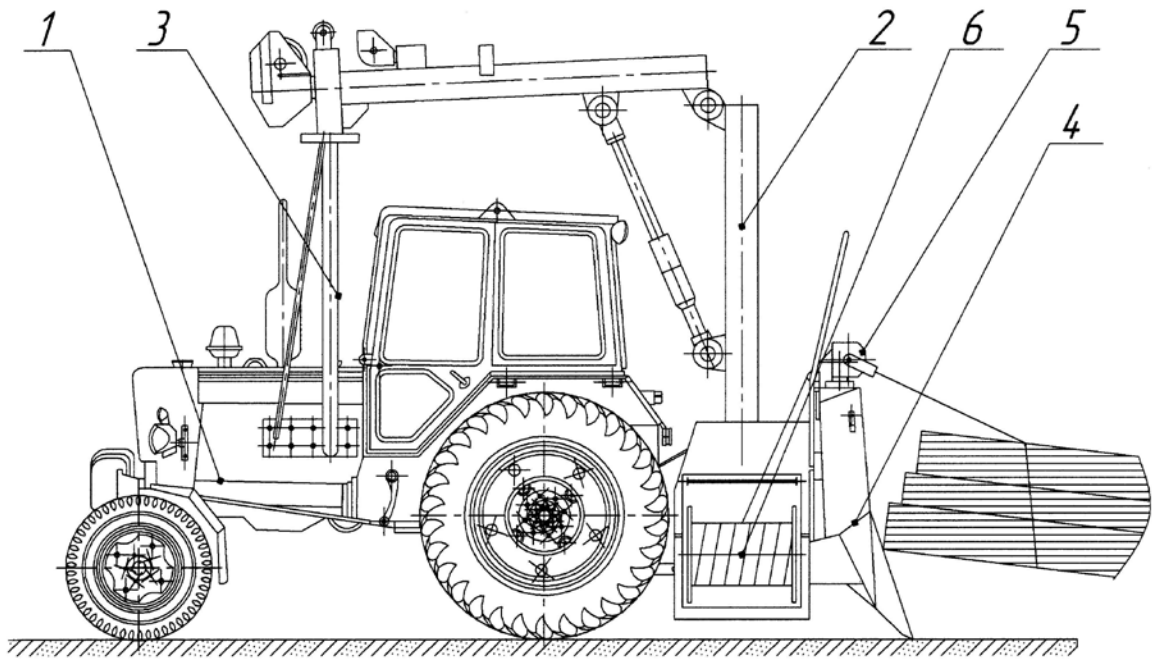


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд спеціалізованої мобільної канатної установки; режим роботи – трелювальний трактор

Використання ростучого дерева без крони як тилової щогли знижує витрати на монтаж, оскільки не потрібні додаткові стаціонарні опори. Однак це вимагає ретельного вибору дерева (діаметр стовбура не менше 30–40 см, відсутність дефектів) для забезпечення безпеки.

Інтеграція канатної установки та трелювального щита на базі МТЗ-82 дозволяє швидко перемикатися між режимами (канатне трелювання або класичне) залежно від умов (ухил, тип ґрунту).

Використання наявного трактора зменшує потребу в закупівлі спеціалізованих канатних установок (наприклад, вживаний LARIX-3T коштує ~€50,000).

Слід також відмітити простоту монтажу такої установки. Гідроциліндр для піднімання щогли (опори) спрощує її встановлення порівняно з багатопрогінними установками, зменшуючи трудомісткість на 30–50%.

Конструкція відповідає вимогам НПАОП 02.0-1.04-05 щодо безпеки (канати з коефіцієнтом запасу міцності $Z_p \geq 6$, щоденні перевірки). Проте потрібна сертифікація системи для використання в лісгоспах.

У НПП «Сколівські Бескиди» використання такої установки мінімізує вплив на ґрунтовий покрив, життєздатний підріст, та на лісову екосистему в цілому, що відповідає вимогам Закону «Про оцінку впливу на довкілля».

Корпус канатної установки разом із трелювальним щитом закріплено на гідрофікованих важелях заднього зчпного пристрою трактора. Така конструкція забезпечує надійне кріплення, легке регулювання положення щита та швидке перемикання між режимами роботи (трелювання або канатний транспорт), що підвищує універсальність установки.

Вибір трактора МТЗ-82 як базового обумовлений кількома ключовими факторами:

- доступність: трактор МТЗ-82 є широко поширеним на багатьох лісогосподарських підприємствах України, зокрема і у НПП «Сколівські Бескиди», що зменшує потребу в додаткових інвестиціях у закупівлю техніки.

- вантажопідйомність: трактор здатен працювати з вантажами до 1–2 т (залежно від модифікації та умов), що достатньо для короткодистанційного трелювання.

- маневровість: повний привід (4x4) та компактні габарити дозволяють ефективно працювати в пагорбистих умовах, зокрема, у НПП «Сколівські Бескиди» на ухилах до 35°.

- потужна гідравлічна система: наявність гідроциліндрів із тиском до 16 МПа забезпечує надійне піднімання щогли (опори) канатної установки та регулювання трелювального щита.

- економічна доцільність: низька вартість обслуговування та доступність запчастин (порівняно з імпортними тракторами чи спеціалізованими канатними установками) роблять МТЗ-82 оптимальним вибором.

Гідравлічна система МТЗ-82 дозволяє швидко піднімати, опускати або регулювати положення трелювального щита та корпусу канатних барабанів, що спрощує підготовку до роботи.

Зчіпний пристрій забезпечує міцне з'єднання, знижуючи ризик від'єднання під час трелювання на нерівному рельєфі.

Модульна конструкція дає змогу демонтувати канатну систему для використання трактора в інших задачах (наприклад, транспортування).

Використання трактора МТЗ-82 відповідає вимогам НПАОП 02.0-1.04-05 щодо безпеки лісозаготівельної техніки (наявність сертифікованих гідравлічних систем, перевірка вантажопідйомності).

У НПП «Сколівські Бескиди» установка з трелювальним щитом сприятиме зменшенню ущільнення ґрунту, що важливо для дотримання екологічних вимог Закону «Про оцінку впливу на довкілля».

Однак, слід зауважити, що використання дерева як щогли може бути ненадійним у разі сильного вітру чи дефектів стовбура, тому варто передбачити альтернативну металеву опору.

Трактор МТЗ-82 — це колісний трактор 4x4 з дизельним двигуном Д-243 потужністю 60 кВт (81 к.с.) та максимальним тяговим класом 1,4. Його експлуатаційна маса становить близько 4 тонн, а максимальна швидкість руху досягає 34,3 км/год. Ключові характеристики включають механічну 18-ступінчасту (18 вперед, 4 назад) коробку передач, вантажопідйомність гідросистеми 3,2 т, паливний бак на 130 л та агротехнічний просвіт у 645 мм.

Канатні барабани оснащені механічним приводом, який працює від валу відбору потужності (ВВП) трактора через планетарний редуктор. Використання планетарного редуктора дозволило значно знизити навантаження на гальмівну систему барабанів. Гальмування здійснюється не лише на самих барабанах, а й на водилі передачі, що підвищує ефективність і безпеку роботи установки.

Технічна характеристика трактора МТЗ-82, приведена в таблиці 3.1. [10,11].

Табл. 3.1. Технічна характеристика трактора МТЗ-82

Марка двигуна трактора МТЗ-82 "беларусь"	Д-243
Потужність, кВт (л.с.) -	60 (81)
Робочий об'єм -	4,75
Номінальна частота обертання -	2200 об/мин
Максимальний крутний момент, при 1400 об/мин	290 Н.м (29 кг.см)
Питома витрата палива при номінальній потужності -	220 (162) г/кВт.ч. (г/л.с.ч.)
Коефіцієнт запасу крутного моменту, -	15 %.
Швидкість руху, км/ч	
	вперед – 1,89 – 33,4
	назад – 3,98 – 8,97
Трактор МТЗ-82 має незалежний двохшвидкісний задній вал відбору потужності з гідромеханічною системою керування з 3 положеннями:	
незалежний I, об/мин -	545
незалежний II, об/мин -	1000
синхронний, об/м шляхи –	3,5
Трактор МТЗ-82 "беларусь" має гідронавісну систему - універсальну, роздільно-агрегатну; за замовленням - з силовим і позиційним регулюванням глибини обробки, змішане регулювання, механічна фіксація навісного пристрою в транспортному положенні:	
вантажопідйомність, кг –	3200
намінальное тиск, Мпа –	20
Габаритні розміри, мм –	3835x1970x2780
Габарит, мм	
по передніх колесах –	1350 – 1850
по задніх колесах –	1400 – 1600
Експлуатаційна маса, кг -	3700
Місткість паливного бака, л -	130
Місткість гідравлічної системи, л -	21

3.4. Визначення основних технічних характеристик за наявності навантажень в конструкції проектованої установки.

Для спрощення розрахунків параметрів універсальної канатної установки з трелювальним щитом, виконаємо аналіз конструкцій серійного виробництва. Отримані дані систематизовано і представлено в табл. 3.2 [12].

Табл. 3.2. Технічні характеристики канатних лебідок з механічним приводом.

ТИП	EGV 35A	EGV 45A	EGV 55A	EGV 65A	EGV 85A
Сила тяги, кН (т)	35	45	55	65	85
Гальмівна сила, кН	44	56	69	81	106
Передавальне відношення шестерень	1:7,5	1:8,89	1:8,89	1:10,8	1:10,66
Швидкість канату, м/с (при 540 хв-1)	0,63-1,19	0,54-1,08	0,54-1,07	0,5-0,99	0,51-1,10
Швидкість канату, м/с (при 300 хв-1)	0,35-0,66	0,3-0,6	0,3-0,59	0,28-0,55	0,28-0,61
Максимальний об'єм барабана, м	11/55	12/61	13/56	14/78	15/86
	10/68	11/77	12/61	13/89	14/106
Необхідна потужність трактора, кВт (л.с.)	25-40	30-55	35-60	40-70	50-100
	(34-54)	(40-74)	(47-80)	(54-94)	(67-134)
Ширина, мм	1210	1400	1500	1660	1800
Довжина, мм	489	525	565	670	680
Высота без захисної сітки, мм	1195	1260	1510	1660	1710
Габаритна висота, мм	2000	2300	2300	2300	2300
Вага, кг	240	330	345	515	570
Установка (монтаж)	I, II	I, II	I, II	II, III	II, III

Технічні характеристики канатних лебідок з гідравлічним приводом.

ТИП	EGV 45АНК	EEGV 55АНК	EGV 65АНК	EGV 85АНК	EGV 105АНК	DGV 2X55АНК
Сила тяги, кН (т)	45	55	65	85	100	2x55
Гальмівна сила, кН	56	69	81	106	125	69
Передавальне відношення шестерень	1:8,89	1:8,89	1:10,8	1:10,66	1:12,1	1:9,06
Швидкість канату, м/с (при 540 хв-1)	0,54-1,08	0,54-1,07	0,5-0,99	0,51-1,10	0,49-1,02	0,53-1,04
Швидкість канату, м/с (при 300 хв-1)	0,3-0,6	0,3-0,59	0,28-0,55	0,28-0,61	0,27-0,57	0,29-0,58
Максимальний об'єм барабана, м	12/61	13/56	14/78	15/86	18/82	13/56x2
	11/77	12/61	13/89	14/106	16/110	12/61x2
	10/94	11/78	12/118	13/110	15/125	11/78x2
Необхідна потужність трактора, кВт (л.с.)	30-55	35-60	40-70	50-100	>80	50-80
	(40-74)	(47-80)	(54-94)	(67-134)	(>107)	(67-107)
Ширина, мм	1400	1500	1660	1800	1940	1980
Довжина, мм	525	565	670	680	782	650
Высота без захисної сітки, мм	1260	1510	1660	1710	1925	1630
Габаритна висота, мм	2300	2300	2300	2300	2300	2300
Вага, кг	350	365	540	590	800	690
Установка (монтаж)	I, II	I, II	II, III	II, III	III	II

Як видно з таблиці 3.1. максимальна потужність сільськогосподарського трактора МТЗ-82 становить 60 кВт або 81 к.с.

З даних представлених в табл. 3.2., бачимо, що максимальна сила тяги для потужності двигуна 60 кВт становить 55 кН на внутрішніх витках барабанів. Враховуючи, що в основному співвідношення мінімального та максимального діаметрів барабана лебідки становить переважно 1:2, отримаємо:

$$Q = \frac{55}{2} = 27,5 \text{ kN}$$

Це значення приймемо за основу для подальших перевірових розрахунків елементів конструкції.

3.4.1. Перевірковий розрахунок елементів конструкції проєктованої установки

У режимі роботи канатної установки всі елементи зазнають впливу агресивних умов експлуатації, таких як пісок, пил, вологість тощо, характерних для лісозаготівельних робіт у гірських і пагорбистих районах. Для підвищення надійності конструкції вантажно-підіймальна каретка спрощена максимально: виключено фіксатори, гальма та защіпки. Це рішення зменшує вагу каретки, полегшуючи монтаж і транспортування, підвищує загальну надійність системи за рахунок зменшення кількості рухомих деталей, схильних до зносу в агресивному середовищі.

Каретка складається з двох котків і двох блоків, установлених на кулькових підшипниках із захисними шайбами для запобігання потраплянню бруду, а також корпусу у вигляді двох бокових пластин, які забезпечують міцність і компактність конструкції.

Основне навантаження припадає на осі блоків і боковини корпусу, тому необхідний їхній перевірко́вий розрахунок для забезпечення безпеки та довговічності.

3.4.2. Перевірко́вий розрахунок параметрів осі блока

Розрахункову схему навантажень на осях блоків та їх конструкцію представлено на рисунку 3.3.

Як видно з рисунка, можливі два варіанти роботи осі: у разі її жорсткого закріплення вона сприймає навантаження на зріз, а за наявності зазору (люфту) — працює на згин.

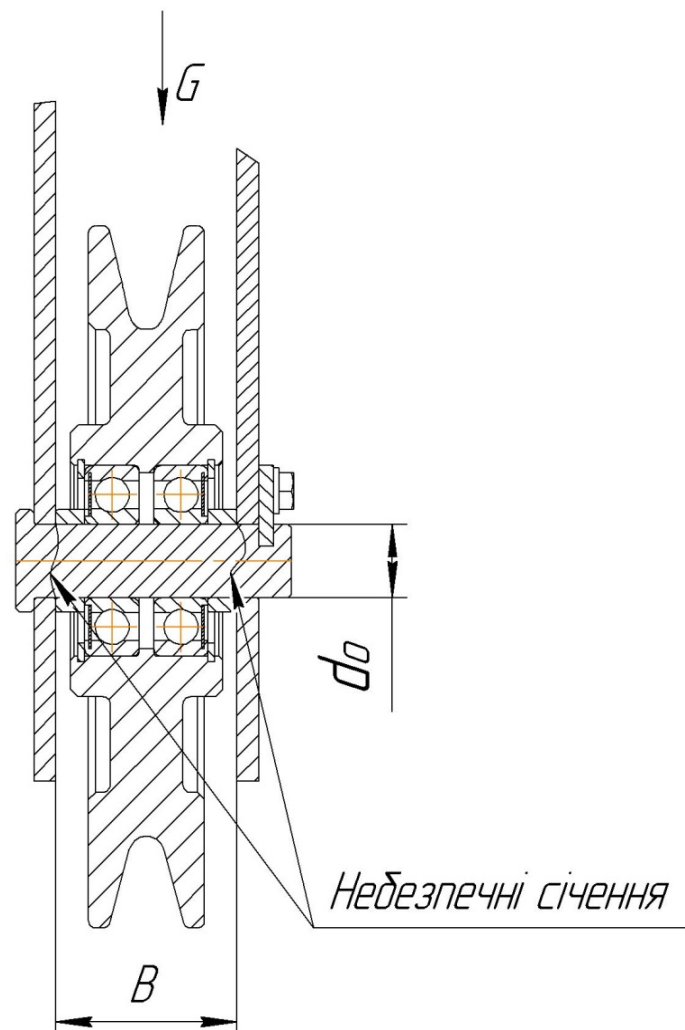


Рис. 3.3. Розрахункова схема навантажень осі блока.

У нашому випадку вісь закріплена між двома боковинами (щокими) корпусу, а навантаження, яке дорівнює вантажопідйомності канатної установки, спрямоване до центра осі. Таким чином, вісь працює на згин.

Умова міцності у цьому випадку визначається за залежністю:

$$\tau_{зп} = \frac{4G}{z\pi d_0^2} \leq [\tau_{зп}]$$

де z - кількість небезпечних перерізів,

$z = 2$ шт.,

d_0 - діаметр осі, мм

$d_0 = 20$ мм (приймаємо за конструктивними міркуваннями),

$$\tau_{зп} = \frac{4 \cdot 27,5 \cdot 10^3}{2\pi \cdot 20^2} = 43,78 \text{ МПа}$$

$[\tau_{зп}]$ – максимально допустиме напруження, при розрахунках за основними навантаженнями,

$[\tau_{зп}] = 180$ МПа, для сталі 45 [13],

Як бачимо з розрахунків, $43,78 < 180$ МПа.

Оскільки умова міцності виконується, то можемо стверджувати, що параметри елементів конструкції на зріз підібрано правильно.

Умова міцності конструкції у випадку роботи осі на згин:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma_{\max}]$$

де M_{\max} - максимальний згинальний момент на осі,

$$M_{\max} = \frac{G \cdot l}{4},$$

де, l – відстань між центрами боковин корпусу каретки;

$l = 50$ мм (з конструктивних міркувань)

$$M_{\max} = \frac{275 \cdot 50}{4} = 343,75 \text{ кН}$$

W – момент опору згину,

$$W = \frac{\pi \cdot d_0^3}{32},$$

де, d_0 – діаметр осі, $d_0 = 20 \text{ мм}$,

$$W = \frac{\pi \cdot 20^3}{32} = 785 \text{ мм}^3$$

$[\sigma_{32}]$ - максимально допустиме напруження згинання,

$$[\sigma_{32}] = 0,73 \cdot \sigma_{\sigma},$$

σ_{σ} - тимчасово допустиме напруження в матеріалі,

$$\sigma_{\sigma} = 610 \text{ МПа (сталь 45) [13]},$$

$$[\sigma_{32}] = 0,73 \cdot 610 = 445 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{\max} = \frac{343,75}{785} = 437,6 \text{ МПа} \leq 445 \text{ МПа} \quad - \quad \text{умова міцності}$$

виконується, отже міцність в конструкції вузла осі блока забезпечується.

3.4.3. Перевірковий розрахунок боковин корпусу

Під дією вантажопідіймального навантаження боковини зазнають згинального навантаження від осей канатів і блоків через площину контакту.

Унаслідок цього навантаження можливе виникнення розриву боковин.

Розрахункову схему навантаження на боковини (щоки) корпусу подано на рис. 3.4.

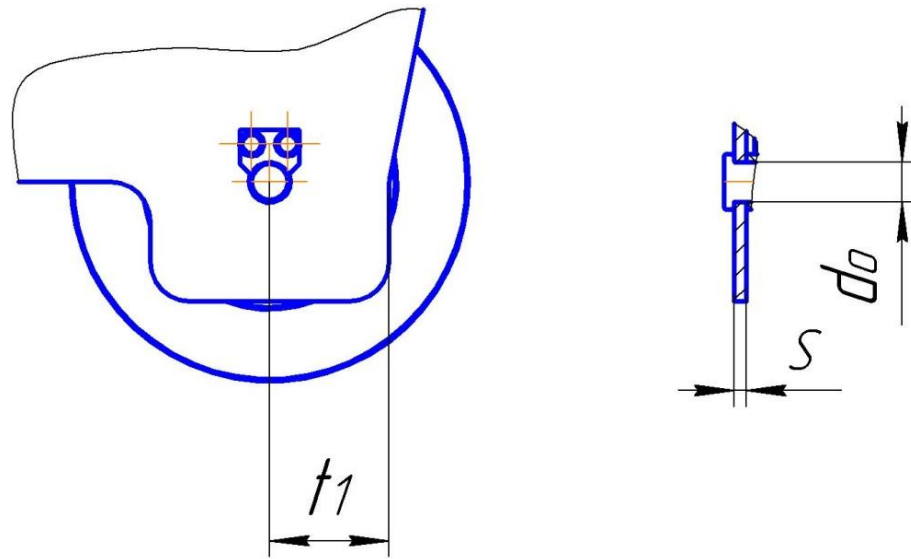


Рис. 3.4. Розрахункова схема навантажень на щоки корпусу.

Припускаємо, що боковини (щоки) виготовлені зі сталевих пластин товщиною 6 мм.

Умова міцності на зріз має вигляд:

$$\tau_{зр} = \frac{G}{2z(t_1 - d_0/2)s} \leq [\tau_{зр}],$$

де t_1 - відстань від центра осі до краю боковини (щоки) корпусу

$t_1 = 80$ мм;

S – товщина корпусу,

$S = 6$ мм, з конструктивних міркувань,

$$\tau_{зр} = \frac{27,5 \cdot 10^3}{2 \cdot 2(80 - 20/2) \cdot 6} = 16,4 \text{ МПа},$$

$\tau_{зр}$ - допустиме напруження на зріз для матеріалу корпусу,

$\tau_{зр} = 120 \text{ МПа}$ – для Ст 3 [13].

$16,4 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$ – умова міцності виконується, отже міцність корпусу забезпечується.

ВИСНОВКИ

У технологічному процесі лісосічних робіт під час проведення рубок формування і оздоровлення лісів (вибіркові санітарні та рубки догляду) в національному природному парку «Сколівські Бескиди» застосовуються фізично зношене та морально застаріле обладнання. На операції трелювання деревини застосовуються колісні сільськогосподарські трактори без спеціального навісного технологічного обладнання та гусеничний трелювальний трактор ТДТ-75.

Розраховано потрібне число машин і механізмів, а також робітників для виконання вибіркового санітарних та доглядових рубок формування і оздоровлення лісів із використанням запропонованої технології на базі спеціалізованої мобільної канатної установки в умовах Національного природного парку «Сколівські Бескиди».

Запропоновано під час трелювання деревини при здійсненні вибіркового санітарних та доглядових рубок формування й оздоровлення лісів використовувати спеціалізовану мобільну канатну установку (МКУ), створену на базі колісного трактора МТЗ-82 та розроблену в нашій дослідно-конструкторській частині. Проведені перевірки розрахунки вузлів і елементів конструкції підтвердили правильність прийнятих інженерних рішень.

Запропоновану нами спеціалізовану МКУ, оснащену щоглою, лебідкою та трелювальним щитом, можна використовувати, як у ролі канатно-підвісної установки, так і трелювального трактора. Це дозволить удосконалити технологічний процес РФОЛ та сприятиме впровадженню природозберігаючих технологій у НПП «Сколівські Бескиди».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лісове господарство України / Київ : ТОВ "Видавничий дім "ЕКО-інформ", 2009. – 71 с.
2. Рамкова конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат. Ратифіковано Законом України, № 1672-ІУ від 07.04.2004 р.
3. Шкіря Т.М. Технологія і машини лісосічних робіт. Львів.– 2003. – 346 с.
4. Магура Б.О. Основи лісоексплуатації. Конспект лекцій. – Львів: НЛТУ України, 2013.– 136 с.
5. Гриб В. М., Грушанський О. А., Магура Б. О., Сендонін С. Є. Основи лісоексплуатації : навчальний посібник (частина II). Київ : Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2021. 288 с.
6. Гриб В. М., Грушанський О. А., Магура Б. О. Основи лісоексплуатації. Навчальний посібник (частина 1). Київ : РВВ НУБіП України, 2020., - 287 с. - ISBN 978-617-7878-39-0
7. Кий В. В. Технологія і машини лісосічних робіт. Матеріали до технологічних розрахунків. Львів, 1999р.-38с.
8. Коржов В. Л., Кудра В.С., Вітер Р.М. Дослідження лісівничо-екологічної ефективності тракторного трелювання в гірських лісах // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Львів : НЛТУ України. – 2006. – Вип. 30. – с. 49-54.
9. Сабадир А. І., Зібцев С.В. Першочергові кроки в напрямку екологізації технологій лісового господарства України// Наук. вісник НАУ: Лісівництво. – К.: НАУ. – 2000, вип. 46. – С. 196-204.
10. Трактори «Беларусь» сімейств МТЗ і ЮМЗ. Пристрій, робота, технічне обслуговування / під. ред. Я. Е. Білоконя — ПФК «Ранок», 2003 р.
11. Трактор МТЗ-82: огляд, будова і характеристики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://spec-rental.com.ua/traktor-mtz-82/>

12. Лісові трелювальні лебідки ТАЙФУН. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tajfun.com/vitli/index.html?com.dotmarketing>.
13. Довідник техніка-конструктора. Довідник / А. Я. Самохвалов, М. Я. Левицький, В. Д. Григораш – Київ, Техмаш, 1978. – 592 с.
14. Коржов В.Л., Кудра В.С., Вітер Р.М. Дослідження лісівничо-екологічної ефективності тракторного трелювання в гірських лісах // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Львів : НЛТУ України. – 2006. – Вип. 30. – с. 49-54.
15. Закон України "Про мораторій на проведення суцільних рубок на гірських схилах в ялицево-букових лісах Карпатського регіону" 10.02.2002, № 1436-III.
16. Стойко С.М. Наслідки антропогенної трансформації лісових екосистем Карпат та шляхи елімінації шкідливих екологічних процесів// Український ліс. – 1993, № 2. – С. 11-17.
18. Парпан В.І., Коржов В.Л. Проблеми удосконалення лісокористування в Карпатах// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2003, вип. 13.3. – С. 272-278.
19. Кудра В.С., Гриджук І.Д. Вплив первинного транспорту деревини в горах на лісове середовище // Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2004, вип. 14.3. – С. 285-289.
20. Библиук Н. І. Лісотранспорт в Українських Карпатах: головні етапи і тенденції розвитку // Лісова інженерія: техніка, технологія і довкілля / Науковий вісник, 2004, вип. 14.3. – с. 183-194.
21. Адамовський М.Г., Мартинців М.П., Бадера Й.С. Підвісні канатні лісотранспортні системи. - К.: ІЗМН, 1997. - 156 с.

ДОДАТКИ

Пояснення до формули 2.7:

T – тривалість робочої зміни, с;

C_t - коефіцієнт використання пили по часу на звалюванні дерев;

t – час, що витрачається на обробку одного дерева;

q_{cm} – середній об'єм стовбура дерева, м³.

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

t_1 - час на перехід від одного дерева до другого, $t_1 \approx 2,5$ с на 1м шляху;

t_2 - час на підпилювання дерева, с.

$$t_2 = \frac{2 * F_n}{P_{II} * C_{II}}, \text{с},$$

F_{II} - площа підпилу, см² / сек.

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

d_k - діаметр колоди у відземку, м.

$$d_k = C_K * d_0, \text{м},$$

C_K - коефіцієнт збіжистості, $C_K = 1,1 \dots 1,25$; d_0 - діаметр колоди на висоті грудей, м.

$$d_0 = 1.25 * \sqrt{\frac{q_{cm}}{L_{cm}}}, \text{м}$$

t_3 - час на перехід звалювальника від підпилу до спилювання, с, $t_3 \approx 6$ с.

t_4 - час на виконання спилювання, с.

$$t_4 = \frac{\frac{\pi d_k^2}{4} - F_{II} - F_H}{P_{II} * C_{II}}$$

Пояснення до формули 2.8:

C_1 - коефіцієнт використання пили по часу на операції очищення від гілок;

q_{CT} – середній об'єм стовбура дерева, м³;

f - загальна площа зрізу гілок на одному дереві, м²;

P_{II} – продуктивність чистого пиляння мотоінструмента, м²/с,

Пояснення до формули 2.9:

f_1 – коефіцієнт використання робочого часу;

f_2 – коефіцієнт використання машинного часу;

t_u – тривалість циклу розкрязування стовбура, с.

$$t_u = \frac{t \cdot n}{C_0}, \text{ с,}$$

t – час, що втрачається на один переріз стовбура, с;

n – число перерізів, що припадає на один стовбур;

C_0 – коефіцієнт, що враховує тривалість переходів від пропилу до пропилу вздовж стовбура;

$$t = \frac{L_n}{V_n}$$

L_n – шлях насування пили, м; $L_n \approx d_0$;

V_n – швидкість насування пили під час пиляння, м/с;

$$n = \frac{L_{cm}}{l_{сорт}} \pm 1, \text{ пропилів,}$$

де $l_{сорт}$ – середня довжина сортиментів, що випилюються, м;

Пояснення до формул 2.11:

Q – середній об'єм пачки, що трелюється, м³;

$t_{нз}$ – час на виконання підготовчо-заключних робіт, с;

C_t – коефіцієнт використання робочого часу;

t_1, t_2 – час відповідно переміщення вантажу на навантажувальний пункт і подання причіпних приспособлень до місця чокування деревини, с;

t_3 – час на чокування дерев, с;

t_4 – час на відчеплення пачки на навантажувальному пункті, с.

$$t_1 = \frac{l_{cep}}{V_x}, \text{ с,} \quad t_2 = \frac{l_{cep}}{V_p}, \text{ с,}$$

$l_{сер}$ – середня віддаль трелювання, м;

V_x, V_p – середня швидкість руху трактора каретки (канатної підвісної установки), відповідно, в порожняковому і вантажному напрямках та поданні причіпних приспособлень до місця чокерування деревини, м/с,

$$t_3 = A_0 * Q, \text{ с,}$$

$$t_4 = B_0 + C_0 * Q, \text{ с,}$$

A_0, B_0, C_0 - емпіричні коефіцієнти.

Пояснення до формули 2.12:

C_1 – коефіцієнт використання робочого часу;

G – рейсове навантаження автопоїзда, H ;

C_q – коефіцієнт використання вантажопід'ємності автопоїзда,

$L_{сер}$ – середня віддаль вивезення деревини, $км$;

t – час, що витрачається на проїзд $1км$ шляху автопоїздом в обидвох напрямках, $с$.

$$t = \frac{1000}{V_c},$$

V_c – середня швидкість руху автопоїзда в обидвох напрямках, м/с,

t_1, t_2 – час, необхідний для завантаження і розвантаження автопоїзда,

ρ – щільність свіжозрубаної деревини, $кг/м^3$;

q – прискорення вільного падіння, $м/с^2$.

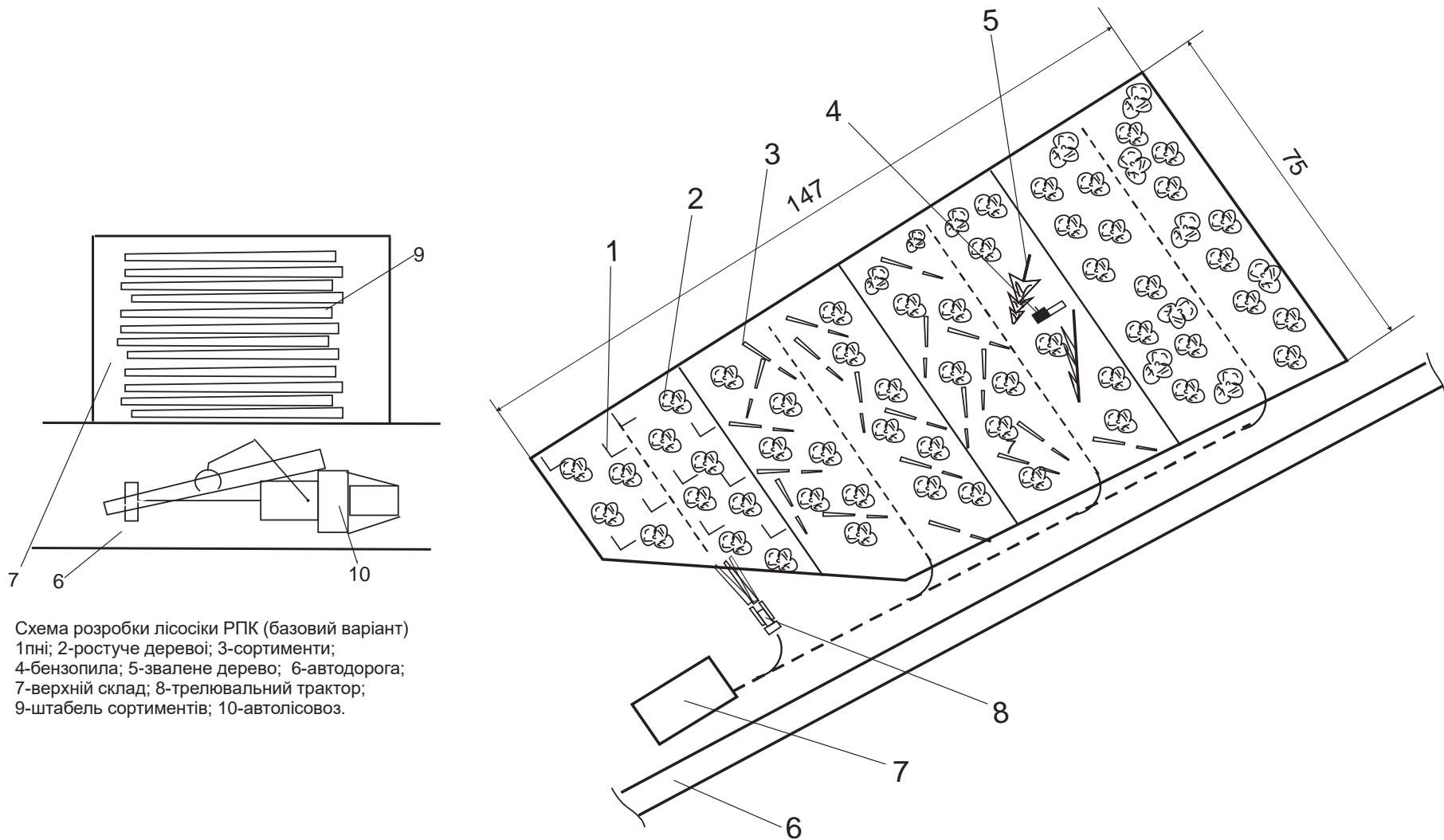


Рисунок 2.1 – Схема розробки лісосіки (РФОЛ, базовий варіант)

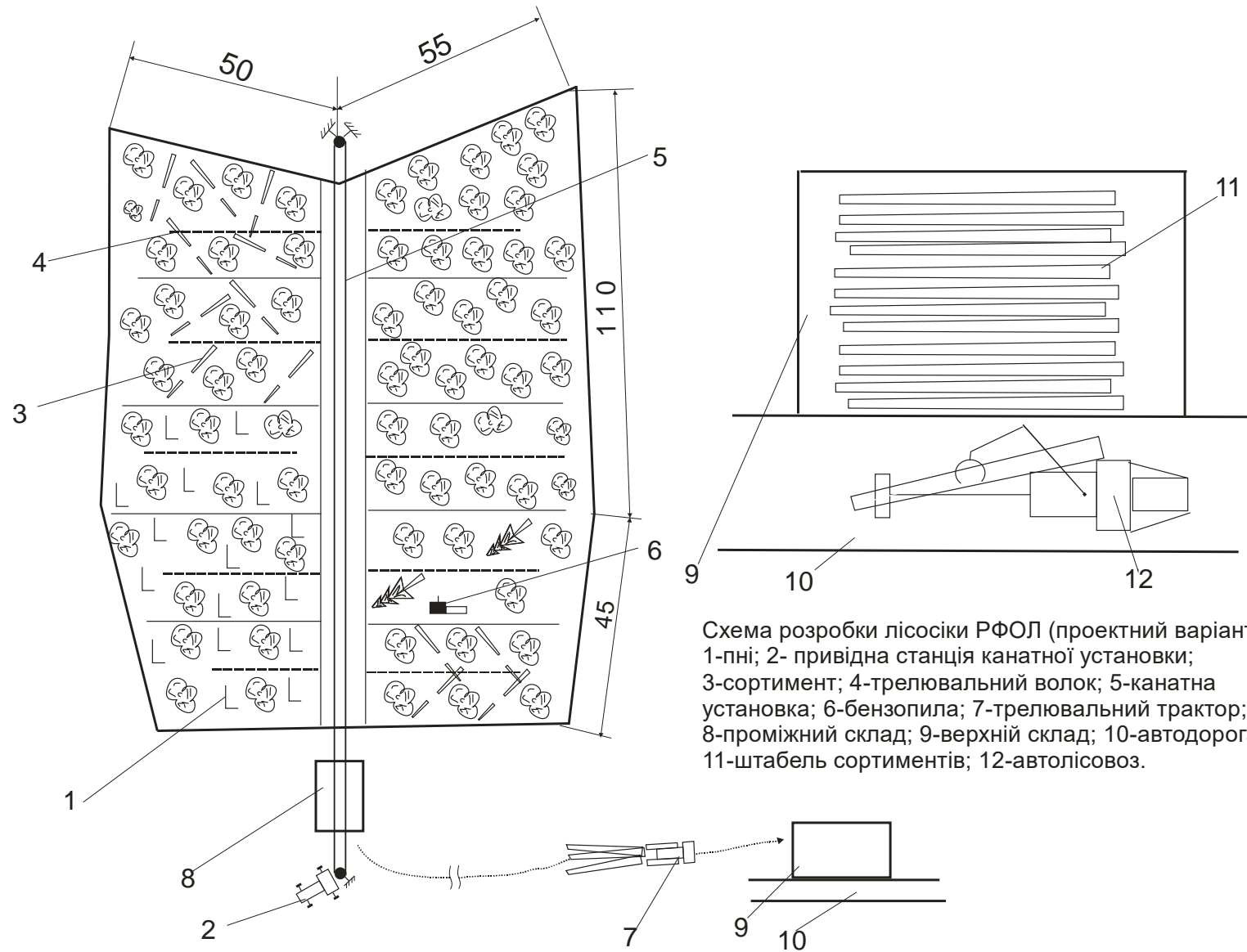


Рисунок 2.2 – Схема розроблення лісосіки (РФОЛ, проектний варіант)

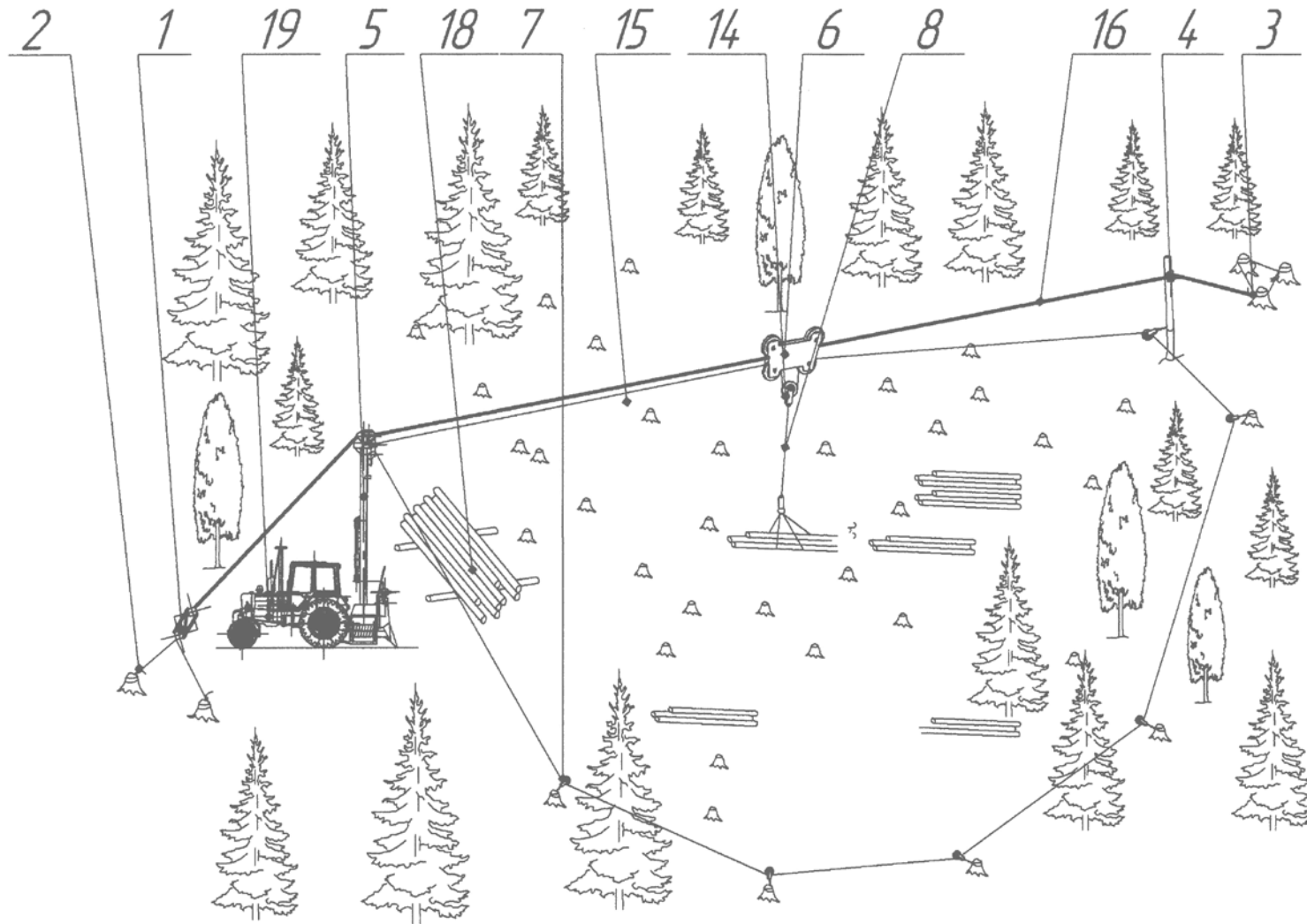


Рис. 3.1. Загальний вигляд мобільної спеціалізованої канатної установки; режим роботи – канатна установка

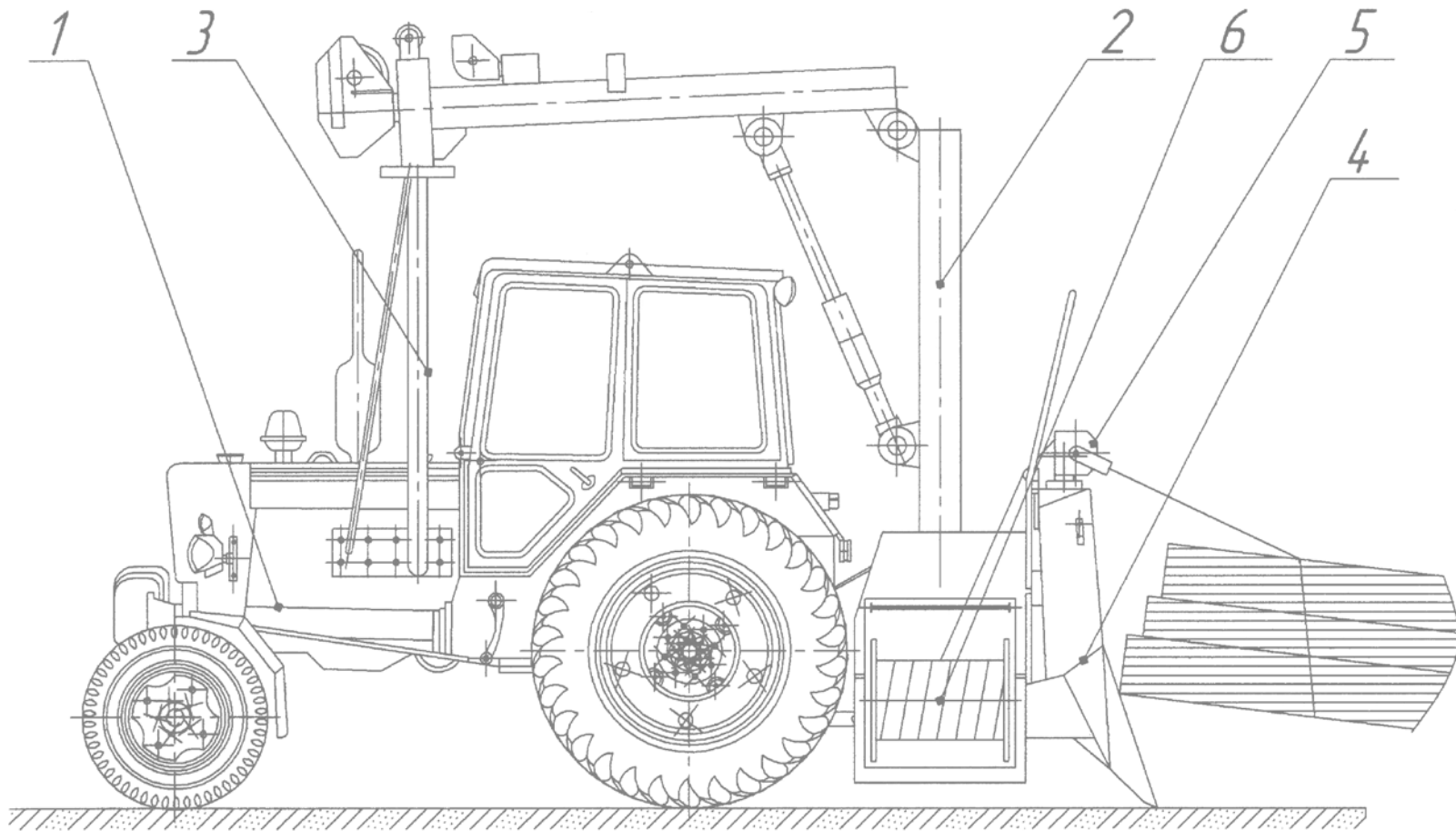


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд спеціалізованої мобільної канатної установки; режим роботи – трелювальний трактор

Техніко-економічні показники роботи підприємства

№	Назва показника	Одиниці виміру	Величина
1.	Річний об'єм вивезення:	<i>м³</i>	7422
2.	Кількість робітників на основних роботах:	<i>робітн.</i>	5
3.	Комплексний виробіток на одного робітника	<i>м³/робітн.</i>	6,0
4.	Степінь механізації	%	40,0
5.	Енергоозброєність одного робітника	<i>кВт/роб.</i>	12,7
6.	Кількість бригад	<i>бригад</i>	1
7.	Кількість робітників в бригаді:	<i>робітн.</i>	5
8.	Кількість лісосік	<i>шт.</i>	72