

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	5
1.1. Роль лісового господарства в розвитку країни	5
1.2. Використання трелювальних тракторів у лісовому господарстві	8
1.3. Екологічні чинники впливу на лісове середовище.....	13
1.4. Технологічні процеси лісосічних робіт	16
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	19
2.1. Характеристика об'єкта.....	19
2.2. Природні умови об'єкту дослідження	22
2.3. Геологічна будова об'єкту дослідження.....	23
2.4. Рельєф та геоморфологічні особливості	24
2.5. Кліматичні умови	24
2.6. Рослинний та тваринний світ	25
2.7. Методика проведення досліджень.....	27
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТРЕЛЮВАЛЬНИХ ТРАКТОРІВ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЛІСІВ В ДП «ХЛДГ»	31
3.1. Забруднення повітря трелювальними тракторами	31
3.2. Вплив трелювальних тракторів на ґрунт	38
3.3. Втрати біорізноманітності.....	46
3.4. Мінімізація впливу трелювальних тракторів на ДП «ХЛДГ».....	52
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	57
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66

ВСТУП

Актуальність теми. Лісові екосистеми в Україні є важливою складовою природного середовища та джерелом багатства і рекреації для людей. Ліси забезпечують ряд важливих функцій, включаючи збереження біорізноманітності, регуляцію клімату та водних ресурсів, а також виробництво деревини. Важливою частиною лісового господарства є трелювальні трактори, які використовуються для вирубки та обробки дерев. Проте, робота цих машин може мати негативний вплив на лісове середовище та призводити до серйозного пошкодження ґрунту та забруднення повітря. Тому важливо провести лісівничо-екологічну оцінку впливу трелювальних тракторів на лісове середовище в ДП «Хустське лісове дослідне господарство» для визначення шляхів зменшення негативного впливу та покращення стану лісівничих ресурсів.

Метою даної роботи є проведення визначення негативних наслідків впливу трелювальних тракторів на лісове середовище в ДП «Хустське лісове дослідне господарство», а також розробки рекомендацій щодо зменшення цього впливу.

Задля досягнення мети було поставлено наступні **завдання**:

1. Розглянути роль лісового господарства в розвитку країни.
2. Простежити особливості використання трелювальних тракторів у лісовому господарстві.
3. Сформулювати екологічні чинники впливу на лісове середовище.
4. Розглянути технологічні процеси лісових робіт.
5. Надати характеристику ДП «ХЛДГ», розкрити природні умови об'єкту.
6. Визначити геологічну будову ДП «ХЛДГ», рельєф та геоморфологічні особливості регіону.
7. Описати кліматичні умови ДП «ХЛДГ», тваринний та рослинний світ досліджуваних лісництв.

8. Сформулювати методику проведення досліджень.
9. Оцінити вплив трелювальних тракторів на забруднення повітря ДП «ХЛДГ».
10. Оцінити вплив трелювальних тракторів на ґрунт ДП «ХЛДГ».
11. Проаналізувати можливі втрати біорізноманітності від роботи трелювальних тракторів.
12. Розробити заходи мінімізації впливу трелювальних тракторів на ДП «ХЛДГ».
13. Здійснити аналіз економічної ефективності розроблених заходів.

Об'єкт дослідження – лісове середовище ДП «ХЛДГ».

Предмет дослідження – вплив трелювальних тракторів на лісове середовище ДП «ХЛДГ».

Методи дослідження: аналіз літературних джерел, порівняльний аналіз, спостереження, моделювання та аналіз даних.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробці конкретних рекомендацій для зменшення впливу трелювальних тракторів на лісове середовище в умовах «Хустського лісового дослідного господарства»:

- розроблено підходи до оптимізації лісівничої діяльності ДП «ХЛДГ» для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище;
- удосконалено методи здійснення лісівничо-екологічної оцінки впливу на лісове середовище;
- уточнено екологічні чинники впливу на лісове середовище.

Практичне значення одержаних результатів. отримані наукові результати та рекомендації можуть бути використані ДП «Хустське лісове дослідне господарство» для покращення своєї діяльності та зменшення негативного впливу на лісове середовище. Розроблені практичні рекомендації можуть стати основою для вдосконалення лісівничих методів та стратегій у цьому регіоні.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1. Роль лісового господарства в розвитку країни

Лісове господарство – це галузь сільськогосподарського виробництва та управління лісовими ресурсами, спрямована на створення, утримання, використання та охорону лісових екосистем. Головною метою лісового господарства є стале та раціональне використання лісів, збереження їхньої продуктивності та біорізноманіття, а також задоволення різних потреб суспільства.

Загальновідомо, що лісове господарство важливе для розвитку країни через свій економічний, екологічний, соціальний та інноваційний внесок. Стале та раціональне управління лісами та їхніми ресурсами є важливим завданням для забезпечення сталого розвитку будь-якої країни, зокрема, України.

За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України станом на 2023 рік під окупацією російських військ знаходиться 21 державне лісогосподарське підприємство та близько 495 тис. га лісів. Військові дії відбувалися та продовжують відбуватися на площі близько 1891 тис. га. Пошкоджено орієнтовно 14,4 тис. га лісів. Виявлено близько 1,95 тис. куб. м незаконних рубок. Відбулося 995 пожеж на площі 14 926,9 га. 24 державні лісогосподарські підприємства та 2,4 млн га лісів звільнені від окупації і потребують відновлення [17]. Це спричиняє необхідність впровадження реформ, заходів забезпечення сталого ведення лісового господарства, адаптованого до кліматичних змін, збереження біорізноманіття та запровадження ефективних екологічних та економічних механізмів управління лісовою галуззю.

Основні аспекти лісового господарства України наведено на рис. 1.1.

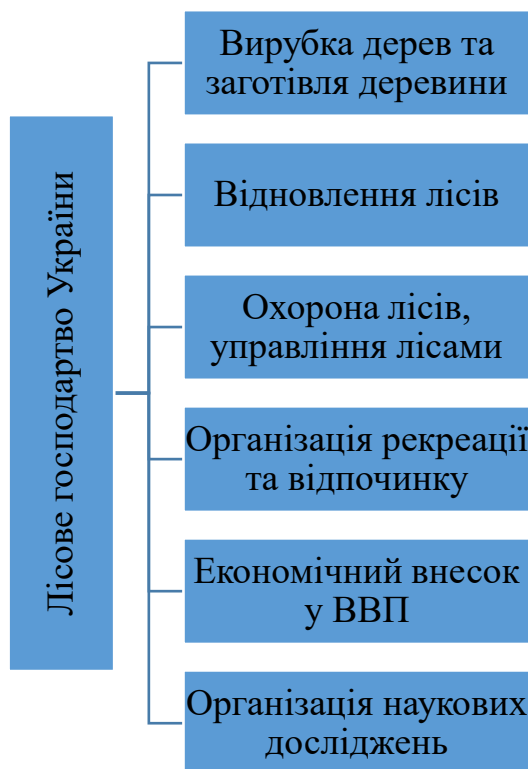


Рис. 1.1. Ключові аспекти лісового господарства України (побудовано автором за [1])

Наступним кроком опишемо наведені на рис. 1.1 аспекти більш детально.

Вирубка дерев та заготівля деревини передбачає вирубку дерев, що можуть бути використані для деревини, паперу, дерев'яних виробів та інших лісових продуктів. Зазвичай після вирубки проводяться заходи з відновлення лісових площ, такі як засадження молодих дерев, регенерація природнього відновлення та догляд за новосадженнями.

Лісові господарства України включають в себе управління лісами для збереження біорізноманіття, водних ресурсів та інших екосистемних функцій. При цьому ліси часто використовуються для рекреації та відпочинку, включаючи туризм, полювання, риболовлю та інші види активностей.

Лісове господарство має певне економічне значення для бюджету України, оскільки ліси надають сировину для промисловості, забезпечують зайнятість та внесок у бюджет.

Важливою частиною лісового господарства є наукові дослідження та організація освітнього процесу для майбутніх спеціалістів, спрямовані на зрозуміння та покращення управління лісами.

Наведені вище аспекти дають зрозуміти, що лісове господарство вимагає балансу між економічними, екологічними та соціальними аспектами, з метою забезпечення сталого використання лісів та збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

З наведених аспектів лісового господарства впливають і його функції:

1. Екологічна. Ліси України сприяють збереженню біорізноманіття, покращують якість повітря та води, а також слугують утриманням ґрунтової родючості. Вони фільтрують забруднюючі речовини, знижують рівень викидів CO₂ та сприяють зменшенню змін клімату.

2. Економічна. Лісове господарство надає значний внесок у економіку України. Ліси використовуються для виробництва деревини, целюлози, паперу, дерев'яних виробів, а також для полювання та риболовлі. Лісова галузь надає робочі місця тисячам людей і сприяє розвитку сільськогосподарського сектору, деревообробної індустрії та інших галузей.

3. Соціальна. Ліси надають місцевим громадам можливість для відпочинку, туризму та рекреації. Вони також важливі для забезпечення місцевих спільнот деревом для топлення, грибами, ягодами та іншими лісовими ресурсами.

4. Наукова. Лісове господарство України сприяє науковим дослідженням та розвитку нових технологій в галузі лісозаготівельної та деревообробної промисловості країни.

5. Енергетична. Ліси можуть бути використані для виробництва біопалива та деревини для топлення, що сприяє розвитку відновлювальної енергетики.

6. Збереження водних ресурсів. Ліси грають важливу роль у регулюванні водних ресурсів, зменшуючи ризик повеней та забруднення водойм [19].

Отже, можна зробити висновок, що Україна має значні лісові ресурси, і їх сталий та раціональний розвиток є важливим для забезпечення екологічної, економічної та соціальної сталості країни. Для цього важливо ефективно управляти та зберігати ліси, враховуючи їхню роль у розвитку України та довкілля загалом.

Управління лісовими ресурсами та вибір методів лісозаготівлі в Україні вимагає балансу між досягненням продуктивності та ефективності з одного боку та збереженням природного середовища та біорізноманіття з іншого боку. Вирішення цих питань вимагає обстеження конкретної лісової місцевості та розробки планів управління, які враховують всі аспекти сталого лісового господарства (включаючи вибір техніки).

1.2. Використання трелювальних тракторів у лісовому господарстві

З огляду на те, що дослідження впливу трелювальних тракторів на лісове господарство є важливим напрямком для збереження лісових екосистем і сталого використання лісових ресурсів, велика кількість сучасних дослідників порушує дану тему в своїх публікаціях.

Зокрема, в дослідженні Н.І. Библюк та ін. автори стверджують, що «одним із екологічно найнебезпечніших видів господарської діяльності є лісозаготівля, зокрема трелювання деревини, оскільки під час цього процесу пошкоджуються деревостан, підріст, природні водотоки і ґрунт» [5, 196].

В.Л. Коржов та В.С. Кудра звертають увагу на те, що «передумовою сталого розвитку лісового господарства, раціонального й екологічно безпечного використання природних ресурсів, ефективного функціонування лісогосподарського виробництва на принципах наближеного до природи лісівництва є застосування сучасних технологій лісосічних робіт і природозберігаючих систем лісових машин і механізмів, а також наявність оптимальної лісотранспортної мережі; це пов'язано з тим, що технологічний

процес збору деревини на лісосіці та подальше її транспортування до верхнього складу, як правило, здійснюють значно більший вплив на лісовий біоценоз, ніж безпосередньо сам спосіб рубки» [8, 61].

В.С. Кудра у власному дослідженні стверджує, що «під час проведення лісозаготівельних операцій на лісосіці відбуваються процеси перемішування, ущільнення й часткового переміщення ґрунту, що спричиняються як транспортованою деревиною, так і безпосередньо технікою. Ступінь пошкодження ґрунту деревиною, яку підтрельовують до місця формування пакету, приблизно однаковий за будьяких засобів трелювання (крім спуску по землі); водночас, до значно більших порушень призводять заїзди важких трелювальних машин та, особливо, їх маневрування на позаволокових ділянках» [10, 115].

Огляд літературних джерел підтверджує те, що трелювальні трактори (рис. 1.2) використовуються в лісовому господарстві для вирубування та видалення дерев, втім, вплив цих машин на лісову екосистему може бути значним, і ця проблема стає все актуальнішою, оскільки збільшується тиск на лісові ресурси та вимоги до їх сталої експлуатації.



Рис. 1.2. Сучасний трелювальний трактор John Deere 548D [14]

Трелювальні трактори можуть мати гусеничну або колісну систему для руху по різних типах ґрунту в лісі (на рис. 1.2 зображено модель з колісною системою).

Загальна схема побудови трелювального трактору наведена на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Елементи трелювальних тракторів (побудовано автором)

Так, трелювальні трактори зазвичай оснащені гідравлічними деревозаготівельними агрегатами або лісозаготівельним обладнанням, яке допомагає вирубати дерева та готувати їх до транспортування.

В той же час, деякі трелювальні трактори мають певні транспортні засоби (в залежності від моделі). Це можуть бути великі причепа або сортувальні платформи для перевезення вирубаних дерев і стовбурів до місця обробки або зберігання. З рис. 1.2 видно, що водій або оператор трелювального трактора зазвичай сидить в кабіні, де він може керувати машиною та взаємодіяти з обладнанням.

Більшість трелювальних тракторів працюють на дизельному пальному і мають потужний двигун, що забезпечує їх рух та роботу обладнання. Ця

особливість трелювальних тракторів стала у нагоді під час дефіциту пального після початку повномасштабного вторгнення Росії в Україну у 2022 році, однак дизельне пальне має певні негативні впливи на навколишнє середовище та здоров'я людини, такі як викиди шкідливих речовин, викид CO₂, забруднення ґрунту та води тощо.

Слід звернути увагу на те, що трелювальні трактори існують у різних моделях та розмірах, призначених для різних видів робіт в лісовому господарстві. Моделі трелювальних тракторів можуть відрізнятися за потужністю, обладнанням та характеристиками.

В Українських Карпатах використовуються різні моделі трелювальних тракторів, зокрема варто відмітити наступні:

1. Tigercat. Ці трелювальні трактори виробляються канадською компанією Tigercat і призначені для робіт у важкодоступних лісах. Трактори даного виробника мають і колісну, і гусеничну систему. Слід зазначити, що гусенична система дозволяє трактору краще просуватися в глибокому снігу або на ґрунті багатому деревоматеріалом.

2. John Deere. На сьогоднішній день компанія John Deere виробляє ряд трелювальних тракторів, які відомі своєю ефективністю та надійністю. Трактори даного виробника оснащені дизельним двигуном та різноманітними варіантами обладнання для вирубки та обробки деревини.

3. Komatsu. Японська компанія Komatsu виробляє трелювальні трактори, включаючи модель 855, яка відома своєю високою продуктивністю та точністю в роботі. Вона може використовуватися для вирубки, сортування та навантаження деревини.

4. Ponsse. Фінська компанія Ponsse виробляє трелювальні трактори. Ці трактори відомі своєю маневреністю і високою продуктивністю в роботі з великими деревами Карпат.

5. Valmet. Компанія Valmet (тепер Komatsu Forest) виготовляє трелювальні трактори, включаючи відому модель 890. Ця модель має різноманітні конфігурації і може використовуватися для різних завдань у

лісовому господарстві, включаючи вирубку, сортування та транспортування деревини.

Розглядаючи питання використання трелювальних тракторів в Україні, необхідно звернути увагу на позитивні та негативні наслідки. В табл. 1.1 наведено основні переваги і недоліки використання трелювальних тракторів в лісовому господарстві України.

Таблиця 1.1

Ключові переваги і недоліки використання трелювальних тракторів в лісівництві (побудовано автором)

Переваги	Недоліки
Трелювальні трактори можуть значно підвищити продуктивність робіт у лісовому господарстві, оскільки вони швидко і ефективно вирубають та транспортують деревину.	Використання трелювальних тракторів може мати негативний вплив на природне середовище, включаючи компактування ґрунту, забруднення водоймищ і втрату біорізноманіття.
Використання трелювальних тракторів дозволяє зменшити фізичне навантаження на лісівників та робітників, що може підвищити безпеку праці.	Трелювальні трактори вимагають регулярного обслуговування та споживають паливе, що може бути витратним і потребує витрат на експлуатацію.
Машини можуть обробляти деревину на місці, що допомагає зменшити втрати та псування деревини під час транспортування.	Вибір, покупка та підтримка трелювальних тракторів можуть становити значні фінансові витрати для лісових підприємств.
Деякі трелювальні трактори оснащені системами, які зменшують негативний вплив на ґрунт і рослинність.	Робота з трелювальними тракторами може бути небезпечною для операторів та інших працівників, існує ризик аварій та травм.
	Лісозаготівельне обладнання, включаючи трелювальні трактори, піддається зносу та потребує регулярного оновлення.

Так, спираючись на аналіз переваг та недоліків, можна стверджувати, що трелювальні трактори дозволяють оптимізувати процес лісозаготівлі, роблячи його більш ефективним та екологічно безпечним. Однак їх використання також вимагає врахування екологічних аспектів, щоб забезпечити збереження лісових ресурсів та природного середовища.

Отже, дослідження впливу трелювальних тракторів на лісове господарство сьогодні залишається важливим завданням, і воно має на меті збалансувати потреби в експлуатації лісів зі збереженням природних екосистем та ресурсів для майбутніх поколінь.

1.3. Екологічні чинники впливу на лісове середовище

Використання трелювальних тракторів у лісовому господарстві може мати значний вплив на лісове середовище з екологічної точки зору. Важливо впроваджувати стратегії лісокористування з урахуванням екологічних чинників впливу, що сприяє сталому лісовому господарству, зменшенню впливу на природне середовище та збереженню біорізноманітності.

Сукупність чинників зовнішнього середовища, які впливають на ліс, як біогеоценоз, називають екологічними чинниками [11, 39]. Так, в даній роботі під екологічними чинниками впливу на лісове середовище розуміємо фізичні, хімічні, біологічні та антропогенні фактори, які можуть впливати на ліси та їхні екосистеми. Ці чинники можуть мати різний характер та наслідки для лісових ресурсів та біорізноманіття.

Принцип дії екологічних чинників на живі організми пояснюють наступні екологічні закони:

1. Закон обмежуючого чинника (закон мінімуму Ю. Лібіха): найбільш значимий той чинник, що якнайбільше відхиляється від оптимальних для організму значень; речовиною, наявною у мінімумі, визначається ріст. Наприклад, якщо рослина забезпечена водою, однак зростає в умовах

дефіциту світла, то посилення водопостачання буде мати незначний ефект у порівнянні з ефектом від збільшення освітлення.

2. Закон толерантності (В. Шелфорда): лімітуючим чинником процвітання організму (виду) може бути як мінімум, так і максимум екологічної дії, діапазон між якими визначає величину витривалості (толерантності) організму до цього чинника.

3. Закон оптимуму: будь-який екологічний чинник має певні межі позитивного впливу на живі організми. Наприклад, підвищення температури повітря від мінімального значення сприяє збільшенню енергії росту рослин, але до певної межі, тому що перехід через цей оптимум дає негативний ефект [11, 43].

Спираючись на інформацію, подану в посібнику [11] та доповіді Закарпатської ОДА за 2022 рік [4], з урахуванням різних аспектів впливу в даній роботі розглядаємо наступні екологічні чинники впливу на лісове середовище:

1. Вирубка та обрізка дерев має як прямий, так і побічний вплив. Сюди відносимо фізичне знищення лісу під час вирубки та обрізки дерев, а також зміну структури та складу видів в лісі через видалення дерев та рослин.

2. Забруднення може стосуватись ґрунту, води та повітря. Так, сюди відносимо витікання та забруднення ґрунту шкідливими речовинами, наприклад, відходами від добрив та хімічними речовинами. Також викиди забруднюючих речовин в повітря та у воду можуть забруднювати навколишнє середовище.

3. Зміни клімату включають в себе викиди парникових газів (діоксид вуглецю та інші), які сприяють глобальному потеплінню; а також зміни в осадках та температурі, вплив зміни клімату на сезонність, осадки та температуру в лісових регіонах.

4. Інтродуковані види. Сюди відносимо введення чужорідних видів, тобто іноземних видів рослин чи тварин, які можуть конкурувати з місцевими видами та викликати зміни в лісових екосистемах.

5. Лісові пожежі, які можуть завдати серйозної шкоди лісовим екосистемам та впливати на рослинність та відновлення лісу.

6. Зміни в лісовому землекористуванні, такі як забудова чи вирубка для сільськогосподарського використання.

7. Водозабір та зміна водних потоків може впливати на гідрологічний режим лісів.

8. Побудова доріг та лісозаготівельна інфраструктура сприяє руйнуванню лісів та може впливати на життя диких тварин.

Названі вище чинники можуть взаємодіяти та мати складний вплив на лісове середовище. Розуміння цих впливів допомагає розробляти стратегії збереження лісів та забезпечення сталого використання лісових ресурсів.

Як вже було зазначено в попередньому підрозділі роботи, трелювання лісу (трелювання або вирубка дерев) має значний вплив на екосистему лісу та природне середовище. Екологічні чинники впливу, які спричиняються трелюванням, можуть призвести до негативних наслідків.

Так, трелювання може призвести до втрати видового складу лісу, оскільки деякі види можуть бути втрачені або зазнати змін у своєму середовищі. Використання трелювальних тракторів може знищувати або порушувати місця гніздування, живлення та переміщення різних видів тварин, що залежать від лісового середовища. Видалення дерев даним способом може призвести до зміни мікроклімату в лісі, зокрема до збільшення температури, зменшення вологості та зміни розподілу світла, що може впливати на рослинний та тваринний світ. Це також призведе до зміни в біогеохімічних циклах, таких як цикл вуглецю та цикл поживних речовин, що може впливати на рівень вуглецю в атмосфері та якість ґрунту.

Слід згадати і про те, що використання трелювальних тракторів може підвищити ризик зсувів ґрунту та ерозії, оскільки коріння дерев служить як природний захист від цих явищ. Окрім того, видалення лісів даним способом може призвести до забруднення водних ресурсів через втрату фільтраційної функції лісів та введення антропогенних забруднень у водні екосистеми.

Загалом, ліси відіграють важливу роль у вуглецевому збереженні, і їх видалення може призвести до викиду вуглецю в атмосферу, що сприяє глобальному потеплінню.

Отже, можна зробити висновок, що для зменшення негативного впливу трелювання на лісове середовище важливо розробляти і виконувати стратегію лісового управління, враховуючи принципи відновлення, збереження біорізноманітності та збереження екосистемних послуг, які надає ліс. Ці принципи лягають в основу вибору способів, якими виконуються лісосічні роботи в конкретному лісовому господарстві.

1.4. Технологічні процеси лісосічних робіт

Зв'язок між технологічними процесами лісосічних робіт та їх впливом на лісове середовище важливий для збереження природного балансу та забезпечення сталого використання лісових ресурсів. Технології повинні розвиватися в напрямку збереження природи та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Технологічні процеси лісосічних робіт – це комплекс організованих операцій, методів та процедур, які використовуються для вирубування дерев, обробки та вивозу деревини та інших лісових ресурсів з лісу. Ці процеси охоплюють всі аспекти лісозаготівлі, починаючи від планування і завершуючи переробкою деревини [12].

Основні етапи технологічних процесів лісосічних робіт включають в себе планування, вирубку, переробку деревини, вивіз деревини, забезпечення безпеки та дотримання правил, утилізацію залишків. Технологічні процеси лісосічних робіт зазвичай піддані постійним інноваціям та вдосконаленням з метою зменшення екологічного впливу, підвищення ефективності та безпеки робочих процесів, а також для забезпечення сталого використання лісових ресурсів. В табл. 1.2 наведено основні технологічні процеси лісосічних робіт.

Таблиця 1.2

**Технологічні процеси, пов'язані із здійсненням різних операцій у
лісосічних роботах (складено на основі [15])**

Група робіт	№ процесу	Вид лісу, що трелюється	Операції	Операції, що виконуються на верхньому складі чи вантажному пункті	Вид лісоматеріалів, що вивозяться
Хлистова	1	дерева	валка дерев-формування пакета	навантаження на лісовозний транспорт	дерева
	2	дерева	валка дерев-формування пакета	очищення дерев від сучків- навантаження на лісовозний транспорт	хлисти
	3	хлисти	валка дерев-очищення дерев від сучків-формування пакета	навантаження на лісовозний транспорт	хлисти
Сортиментна	4	хлисти	валка дерев-очищення дерев від сучків-формування пакета	розкряжування-навантаження на лісовозний транспорт	сортименти (колоди)
	5	дерева	валка дерев-формування пакета	очищення дерев від сучків-розкряжування-навантаження на лісовозний транспорт	сортименти (колоди)
	6	сортименти (колоди)	валка дерев-очищення дерев від сучків-розкряжування-формування пакета	навантаження на лісовозний транспорт	сортименти (колоди)
	7	сортименти (колоди)	валка дерев-очищення дерев від сучків-формування пакета-навантаження на лісовий транспорт	-	сортименти (колоди)
3 поглибленою обробкою	8	дерева	валка дерев-формування пакета	рубання на тріску	тріска паливна
	9	сортименти (колоди)	валка дерев-очищення дерев від сучків-розкряжування-формування пакета	поздовжнє розпилювання-навантаження на лісовозний транспорт	пиломатеріали
	10	сортименти (колоди)	валка дерев-очищення дерев від сучків-розкряжування-формування пакета	окорювання колод-рубання на тріску-навантаження на лісовозний транспорт	тріска технологічна

З табл. 1.2 бачимо, що хлистова лісозаготівля – це один з методів лісозаготівлі, де дерева вирубують з метою використання тільки стовбурів, а гілки та верхівки залишаються на місці або використовуються для інших цілей. Основна ідея полягає в тому, щоб вибирати та вирубувати дерева, залишаючи мінімальний вплив на навколишнє середовище, оскільки велика

частина дерева залишається в лісі, підтримуючи біорізноманітність і структуру лісу.

Сортиментна лісозаготівля передбачає вибіркове вирубування та сортування деревини за розміром, якістю та іншими характеристиками. Робота проводиться таким чином, щоб відокремити деревину на різні категорії або сортименти, які потім можуть бути використані для різних цілей, таких як пиломатеріали, деревна біомаса або целюлозно-паперова промисловість.

Лісозаготівля з поглибленою обробкою передбачає обробку деревини на місці лісозаготівлі до більш високого ступеня готовності, ніж у звичайних методах. Він включає в себе розрізання деревини на бруски, дошки, або інші дерев'яні вироби на місці вирубки. Цей метод дозволяє зменшити обсяги та вагу деревини, яку потрібно транспортувати, що може зменшити вплив на навколишнє середовище та зробити лісозаготівлю більш ефективною та економічно вигідною.

Отже, кожен з розглянутих методів має свої переваги та недоліки і може бути використаний в залежності від конкретних цілей лісокористування, природних умов та екологічних факторів. Втім, слід звернути увагу на те, що більшість випадків транспортування лісоматеріалів (трелювання) відбувається у вигляді деревних стовбурів або хлестів, це означає, що частина лісоматеріалів, яка перевозиться, контактує з поверхнею лісосіки і впливає на стан ґрунту.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

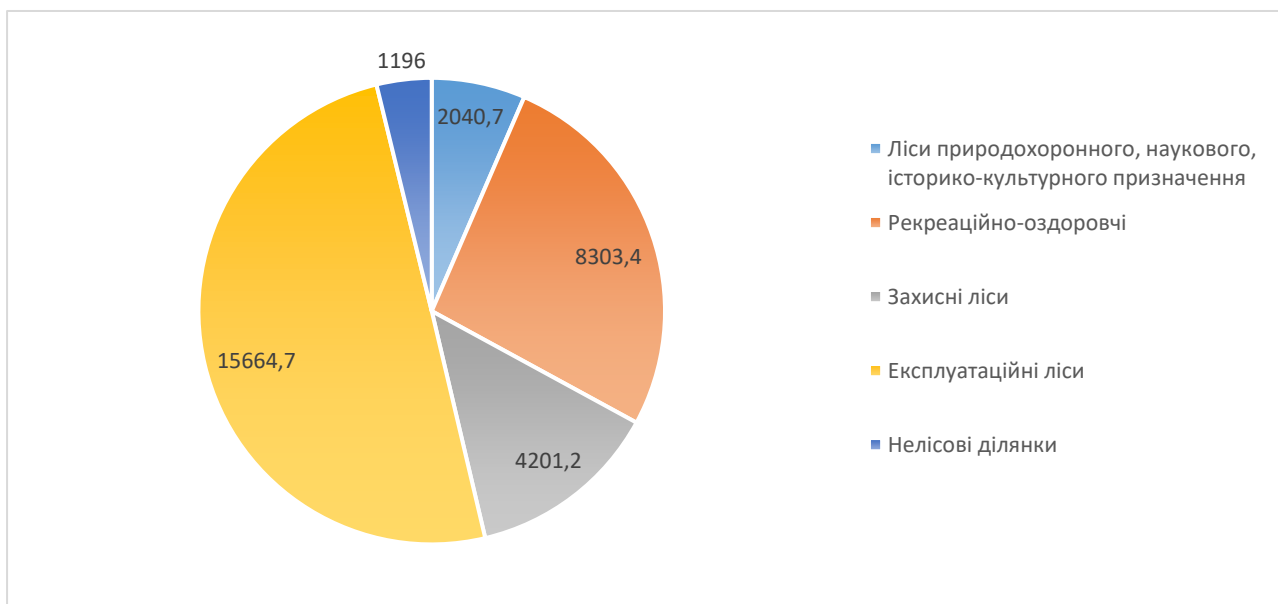
2.1. Характеристика об'єкта дослідження

Об'єктом дослідження даного проєкту вирішено було обрати ДП «Хустське лісове дослідне господарство» (ДП «ХЛДГ»).

Державне підприємство «Хустське лісове дослідне господарство» засноване на державній власності, належить до сфери управління Державного комітету лісового господарства України та входить до сфери управління Закарпатського обласного управління лісового та мисливського господарства [3].

ДП «ХЛДГ» - це філія великого державного підприємства «Ліси України» [18], що займається лісовим господарством, вирощуванням дерев, продажем деревини та іншою діяльністю, пов'язаною з лісовими ресурсами.

У віданні державного підприємства «Хустське лісове дослідне господарство» – ліси Нижньо-Бистрянського, Березівського, Монастирецького, Драгівського, Хустського, Велятинського і Вишківського лісництв. Загальна площа ДП «Хустське ЛДГ» – 31406 га [3]. Структура



наведена на рис. 2.1.

Рис. 2.1. Структура ділянок ДП «ХЛДГ» (побудовано за даними [3])

ДП «ХЛДГ» здійснює свою діяльність за наступними напрямками:

1. Лісогосподарська діяльність. Головне користування лісами призначене для видобутку деревини із зрілих і стійких лісів, і воно базується на принципах раціонального використання лісових ресурсів, збереження можливості відновлення високопродуктивних лісових масивів та збереження їхньої екологічної та корисної цінності. Під час видобутку деревини важливо дотримуватися заборони на вирубування та пошкодження дерев і чагарників, які внесені до Червоної книги України, а також оберігати насінники, плюсові дерева та інші види, які мають надзвичайне значення для збереження біорізноманіття.

Порядок проведення рубок головного користування регламентується Правилами рубок головного користування (Наказ Держкомлісгоспу України №364 від 23.12.2009 року) та Правилами рубок головного користування в гірських лісах Карпат (Постанова КМУ №929 від 22.10.2008 р.). Варто звернути увагу на те, що з 2017 року відбувається значне зменшення площі зрубів від суцільних рубок під час заготівлі деревини. Таке зменшення обумовлено Санітарними правилами в лісах України, якими і передбачено обмеження застосування суцільних санітарних рубок [3].

2. Наукова діяльність. Підприємство зосереджене на проведенні досліджень та наукових експериментів в області лісового господарства. Працівники спеціалізованого відділу займаються вивченням росту лісу, деревництва, впливу діяльності людини на лісовий фонд, а також розробкою і впровадженням нових методів і технологій для ефективного використання лісових ресурсів.

3. Мисливська діяльність. Мисливські угіддя ДП «Хустське ЛДГ» надані в користування трьом спеціалізованим мисливським товариствам. Вони здійснюють охорону та відтворення мисливської фауни, полювання по ліцензіям, ведуть обік, підгодовлю тварин.

4. Охорона і захист лісів. Захист лісів від шкідливих комах і хвороб включає в себе широкий спектр заходів, таких як організаційні, економічні, правові, та інші, з метою раціонального використання лісових ресурсів та збереження лісових насаджень від руйнування, знищення, пошкодження, ослаблення та інших негативних впливів на ліси [3].

Ліси піддані впливу різних абіотичних, біотичних і антропогенних факторів, що може призводити до обмеження приросту деревини, пошкодження коронок, загибелі окремих дерев та насаджень. Серед цих негативних чинників, важливе місце належить хворобам та комахам, які завдають шкоди лісовим ресурсам.

5. Туризм і рекреація. Важливим завданням для працівників держпідприємства є сприяння туризму і рекреації, адже ліси якнайкраще сприяють оздоровленню. З цією метою в урочищах, уздовж лісових доріг тощо споруджуються альтанки, встановлюються інформаційні стенди, знаки, які допомагають краще орієнтуватися в лісі, а також повідомляють флору і фауну кожної місцевості [3].

6. Лісова сертифікація – це оцінка відповідності системи ведення лісового господарства встановленим міжнародним вимогам щодо управління лісами та лісокористування на засадах сталого розвитку. Метою лісової сертифікації є забезпечення економічно, екологічно і соціально збалансованого ведення лісового господарства шляхом виконання відповідних загальновизнаних і таких, що заслуговують на довіру, стандартів [3].

Спільно збалансоване та відповідальне ведення лісового господарства передбачає видобуток лісоматеріалів та інших продуктів з лісу, при цьому забезпечуючи збереження біорізноманіття і продуктивності лісів, а також природних екологічних процесів.

Соціально орієнтоване управління лісовими ресурсами сприяє підвищенню добробуту місцевого населення та суспільства загалом, а також стимулює місцеву спільноту до збереження лісових ресурсів [3].

Процедури сертифікації виконуються кваліфікованими міжнародними або національними організаціями на основі схвалених міжнародних стандартів. Ці сертифікаційні процедури гарантують незалежність, об'єктивність і безпристрасність у процесі оцінки ведення лісового господарства в будь-якій країні. Лісовий кодекс України також вимагає використання міжнародних стандартів у сфері лісової сертифікації як невід'ємну частину організації лісового господарства.

2.2. Природні умови об'єкту дослідження

ДП «ХЛДГ» географічно розташовано в межах Закарпатської області. Як вже було згадано раніше, до ДП «ХЛДГ» відносяться ліси Нижньо-Бистрянського, Березівського, Монастирецького, Драгівського, Хустського, Велятинського і Вишківського лісництв (загальна площа – 31406 га). Ліси ДП «ХЛДГ» відзначаються різноманітністю природних умов та біорізноманіттям.

Ліси Нижньо-Бистрянського, Березівського, Монастирецького, Драгівського, Хустського, Велятинського і Вишківського лісництв розташовані в гірському регіоні, і рельєф варіюється від середньогірського до високогірського. Це включає в себе гірські хребти, вершини, долини, кари, гори та схили. Закарпаття має велику кількість річок, струмків та гірських потоків, які живляться водами та талою водою. Водні ресурси різноманітні і важливі для екосистеми лісів. Деревя, такі як смерека, ялиця, бук, гірський тис, граб, дуб і багато інших видів, домінують в цих лісах. Ці ліси надають життя численним видам рослин і тварин.

Ліси ДП «ХЛДГ» розташовані на геологічно різних утвореннях, включаючи вапнякові та гранітні породи. Ця геологічна різноманітність впливає на рослинний склад і геоморфологію регіону. Це чинить позитивний вплив на різноманітність рослин і тварин, включаючи численні види дикої

тваринності, такі як бурі ведмеді, лисиці, олені, дикий кабан, рисі, птахи хижаки та багато інших.

Таким чином, лісництва ДП «ХЛДГ» є важливим екосистемним комплексом, який відіграє важливу роль в збереженні біорізноманіття, водних ресурсів та природних ландшафтів України, зокрема Закарпаття.

2.3. Геологічна будова об'єкту дослідження

Геологічна будова лісів ДП «ХЛДГ» є складною і різноманітною через розташування цього регіону в гірській частині Карпат. Закарпатська область включає в себе різні гірські масиви і пасма, що впливають на геологічну будову лісового регіону.

По-перше, вапнякові породи є однією з характерних гірських порід у Закарпатті. Ці породи виникали в результаті осадження морських відкладень і містять велику кількість карстових форм, таких як яри, печери, та ущелини. В таких місцях часто зустрічаються великі скелі та арки, що створюють унікальний ландшафт лісів. В інших частинах Закарпаття, зокрема в західній частині, можна зустріти сланцеві породи. Ці породи також мають вплив на гірський рельєф і геологічну будову лісових районів. Деякі лісові території можуть включати в себе піскові породи, які створюють менш гірські рельєфи і можуть бути частиною бар'єрів для водних потоків.

По-друге, слід відмітити гірський тис. Це дерево добре пристосоване до росту на бідних ґрунтах, включаючи вапнякові та сланцеві ґрунти, і часто зустрічається в лісах Закарпаття.

По-третє, важливо пам'ятати про геотермальну активність. В деяких частинах Закарпаття є прояви геотермальної активності, включаючи гарячі джерела та мінеральні води, що також впливають на місцеву геологію та гідрологію лісових районів.

Загалом, геологічна будова лісів ДП «ХЛДГ» подібна до інших лісівництв Закарпаття, визначає їхню природну різноманітність і багатий

біорізноманітний світ. Ця різноманітність вказує на важливість збереження цих екосистем і їхньої природи.

2.4. Рельєф та геоморфологічні особливості

Рельєф та геоморфологічні особливості Нижньо-Бистрянського, Березівського, Монастирецького, Драгівського, Хустського, Велятинського і Вишківського лісництв є характерними для гірського регіону Карпат.

Території вищеназваних лісництв оточені гірськими хребтами і вершинами Карпат, що надає регіону характерний альпійський ландшафт. Найвища точка в області розташована в Карпатах, і вона піднімається близько 2 061 метра над рівнем моря. Між гірськими хребтами розташовані численні долини, де протікають річки та потоки.

Загалом, ліси лісництв, що відносяться до ДП «ХЛДГ», розташовані на гірських схилах, є характерною рисою ландшафту Хусту та Закарпаття загалом. Деревя, такі як смерека, ялиця, бук і гірський тис, домінують в цих лісах і створюють природню екосистему з багатою флорою і фауною.

2.5. Кліматичні умови

Кліматичні умови в лісництвах ДП «ХЛДГ» характеризуються помірно-континентальним кліматом з певними гірськими особливостями через розташування цього регіону в гірській частині Карпат.

Літній період зазвичай відзначається теплими та приємними температурами. Середня температура влітку коливається в межах 20-25°C, але може досягати і вищих значень. Зими в регіоні прохолодні і вологі. Середня температура взимку зазвичай коливається від -2°C до -6°C. Іноді

можуть виникати сильні снігопади, особливо в гірських районах, що підвищує рекреаційну привабливість ДП «ХЛДГ» навіть взимку.

Розглядаючи кліматичні умови, варто пам'ятати про те, що регіон Закарпаття відомий своєю високою кількістю опадів. Зазвичай опади становлять близько 800-1,000 мм опадів на рік. Опади рівномірно розподіляються протягом року (влітку спостерігається менше опадів, а у весняно-осінній період – більше). В той же час, весною, коли сніг тоне в горах, річки можуть виходити з берегів і спричиняти весняні повені. Це є характерним явищем для гірських регіонів з високими опадами і снігозбереженням. Також в осінній та весняний періоди, тумани можуть бути поширеними в долинах і низинах. На території ДП «ХЛДГ» відсутні сильні вітри, але гірські хребти можуть впливати на місцеві мікрокліматичні умови та вітер на гірських схилах.

Загалом, клімат в Нижньо-Бистрянському, Березівському, Монастирецькому, Драгівському, Хустському, Велятинському і Вишківському лісництвах створює сприятливі умови для всіх процесів виробничого циклу (вирощування, валка, очищення, формування пакета тощо), а також для інших видів діяльності підприємства, таких як рекреація, природоохоронні заходи, наукова діяльність.

2.6. Рослинний та тваринний світ

Рослинний та тваринний світ в лісах ДП «ХЛДГ» багатий і різноманітний завдяки його гірському розташуванню в Карпатах та різноманітним природним умовам. До рослинного світу відносяться ліси, гірські луки, багаторічні рослини; до тваринного – дикі звірі, птахи, риба.

Ліси ДП «ХЛДГ» включають в себе такі види дерев, як бук, дуб, ялина, граб, смерека та інші (породний склад наведено на рис. 2.2). Ці ліси створюють важливий екологічний баланс та слугують джерелом деревини та

інших лісових продуктів. Середній вік насаджень – 80 років. Усього лісових ділянок – 30210,0 гектарів:

I група: Ліси природохоронного, наукового, історико-культурного призначення – 2040,7 гектарів;

II група: Рекреаційно-оздоровчі – 8303,4 гектарів;

III група: Захисні ліси – 4201,2 гектарів;

IV група: Експлуатаційні ліси – 15664,7 гектарів;

Нелісові ділянки – 1196 гектарів.

З них: біосферні заповідники – 2068 гектарів; ліси першої і другої зони округів санітарної охоронної лікувально-оздоровчих територій – 961 гектарів; ліси приполонинні – 1138 гектарів; ліси протиерозійні – 1267 гектарів; смуги лісів, що захищають нерестилища цінних промислових риб – 1025 гектарів; захисні смуги лісів вздовж автомобільних доріг державного значення – 199 гектарів; лісогосподарська частина лісів зеленої зони – 5763 гектарів; лісопаркова частина лісів зеленої зони – 1547 гектарів; смуги лісів вздовж берегів річок, навколо озер, водоймищ та інших водних об'єктів – 2724 гектарів; ліси експлуатаційні – 18991 гектарів.

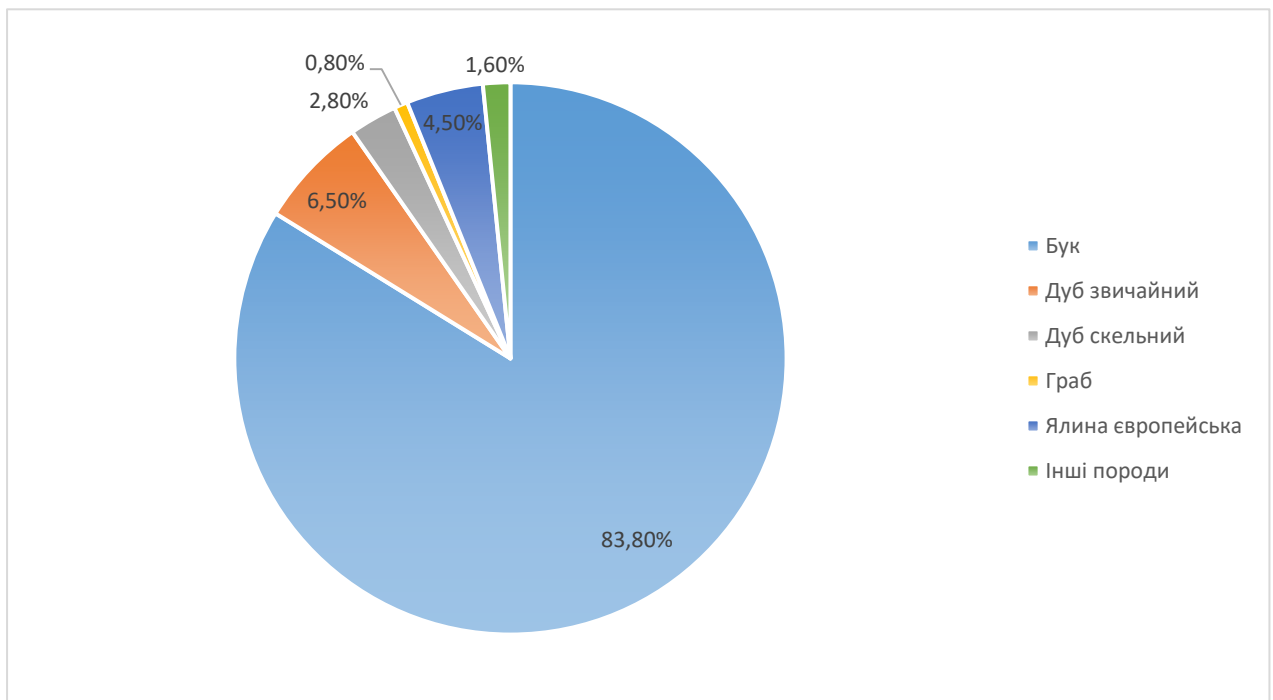


Рис. 2.2. Породний склад лісів ДП «ХЛДГ» (складено за даними підприємства)

У вищих гірських регіонах ДП «ХЛДГ» можна знайти гірські луки з різними видами трав'янистих рослин і квітів. Флора лісництв включає в себе дикорослинні плоди, лікарські рослини, гриби, ягоди та технологічну сировину (лоза).

В тваринному світі Нижньо-Бистрянського, Березівського, Монастирецького, Драгівського, Хустського, Велятинського і Вишківського лісництв можна зустріти різноманітні види дикої тваринності, такі як бурі ведмеді, лисиці, рисі, олені, дикий кабан, косулі та деякі види птахів хижаків. Регіон є важливим для збереження природи та різноманітності видів.

Лісництво ДП «ХЛДГ» також багате на птахів. Тут можна зустріти сойок, яструбів, сов, дятлів, а також різні види водоплавних птахів, які мешкають навколо озер та річок. Річки та озера територій, що відносяться до ДП «ХЛДГ» багаті на різні види риби, включаючи форель, коропа, шуку та лин. Риболовля є популярним видом активного відпочинку в регіоні. До основної фауни лісництв відносять оленів, косуль, ведмедів, диких свиней, зайців, куниць, білок, дикого kota, борсуків.

2.7. Методика проведення досліджень

Лісівничо-екологічна оцінка впливу включає в себе такі аспекти, як забруднення повітря, забруднення ґрунту, забруднення водоймищ, втрати біорізноманітності, економічний вплив.

Для проведення лісівничо-екологічної оцінки впливу трелювальних тракторів на лісове середовище зазвичай використовуються наукові методи та стандарти, такі як оцінка впливу на навколишнє середовище (Environmental Impact Assessment, EIA) або оцінка сталого лісового господарства (Sustainable Forest Management, SFM). Ці методи дозволяють збирати дані, проводити аналізи та розробляти рекомендації для зменшення

негативного впливу на лісове середовище і забезпечення сталого лісового господарства.

Оцінка впливу трелювальних тракторів на лісове середовище за методом «Environmental Impact Assessment» (EIA) передбачає визначення різних аспектів впливу цієї діяльності на навколишнє середовище та розробку планів для зменшення негативних впливів за наступними пунктами:

1. Визначення об'єкта дослідження. Відбувається визначення конкретної лісової ділянки, на якій будуть використовуватися трелювальні трактори, також визначається тип лісового середовища.

2. Інвентаризація та оцінка використання ресурсів. Необхідно визначити кількість та вид деревини, яка буде вирубана або оброблена трелювальними тракторами. Також слід визначити наявні біологічні види та їхні місця проживання.

3. Визначення впливу на повітря. Проводиться аналіз викидів, що можуть виникнути від роботи трелювальних тракторів, таких як оксиди азоту і частки дизельної сажі. Етап завершується розробкою заходів для зменшення впливу на якість повітря.

4. Визначення впливу на ґрунт. Проводиться оцінка можливого компактування ґрунту в результаті руху машин. Сюди також можна включити оцінку можливого забруднення ґрунту маслами та іншими хімічними речовинами. Етап завершується розробкою заходів для зменшення впливу на ґрунт.

5. Визначення впливу на водні ресурси. Проводиться аналіз ризику забруднення водоймищ внаслідок розливу пального або інших рідин. Етап завершується розробкою заходів для запобігання забрудненню водних систем.

6. Визначення впливу на біорізноманіття. На даному етапі дається оцінка можливих наслідків для рослин, тварин та екосистем в лісовій ділянці. Етап завершується розробкою заходів для збереження і охорони біорізноманіття.

7. Розробка заходів зменшення впливу. На даному етапі відбувається визначення та розробка технологій і методів, які допоможуть зменшити негативний вплив трелювальних тракторів на лісове середовище.

8. Моніторинг та контроль. Розробляються пропозиції щодо встановлення системи моніторингу для слідкування за впливом трелювальних тракторів. В систему моніторингу має бути включена регулярна перевірка виконання заходів зменшення впливу.

Метод «Sustainable Forest Management» (SFM) є підходом до лісового господарства, який покликаний забезпечити стале використання лісових ресурсів з урахуванням соціальних, економічних і екологічних аспектів. Оцінка впливу трелювальних тракторів на лісове середовище за методом SFM включає в себе наступні етапи:

1. Збір і аналіз інформації. На цьому етапі проводиться збір всієї необхідної інформації про лісове господарство, включаючи дані про площу лісів, типи порід, наявність рідкісних видів, стан відновлення лісу тощо. Також збираються дані щодо характеристик трелювальних тракторів, їх кількості та робочого режиму.

2. Визначення цілей та стандартів SFM. Оцінка впливу повинна враховувати цілі сталого лісового господарства, які можуть бути встановлені на рівні держави або конкретного лісогосподарського підприємства. Наприклад, цілі можуть включати в себе збереження біорізноманіття, збалансовану вирубку та відновлення лісу.

3. Оцінка впливу. Проводиться оцінка впливу використання трелювальних тракторів на лісове середовище з урахуванням обраних цілей та стандартів SFM. Наприклад, вплив на вирубку лісу та обсяг вирубки, ефективність відновлення лісу та регенерації, вплив на біорізноманіття лісу та збереження рідкісних видів, споживання ресурсів, таких як паливо.

4. План мінімізації впливу. На цьому етапі розробляються заходи та стратегії для мінімізації негативного впливу використання трелювальних тракторів. Даний етап може включати в себе впровадження технологій, які

зменшують вирубку лісу, покращення процесів регенерації та роботи в екологічно чутливих зонах.

5. Спостереження та звітність. Після впровадження заходів мінімізації впливу, важливо здійснювати постійний моніторинг та складати звіти щодо досягнення цілей сталого лісового господарства. Даний етап допомагає коригувати стратегії та діяти відповідно до змінних умов.

В рамках даної роботи буде скомбіновано ці дві методики (рис. 2.3).

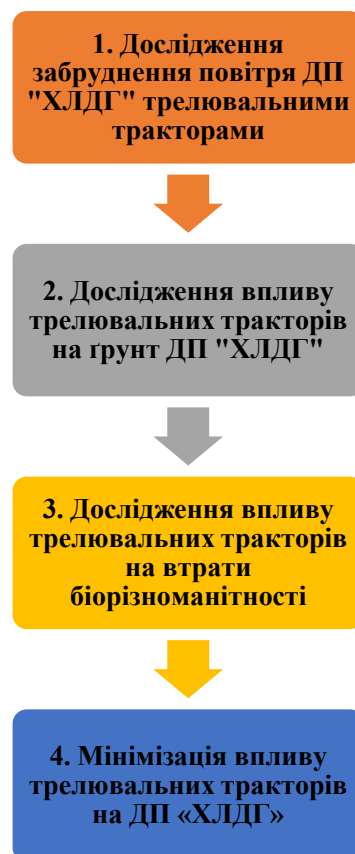


Рис. 2.3. Методика дослідження впливу трелювальних тракторів на підприємство

Методика, представлена на рис. 2.3, буде використана у наступному розділі для оцінки впливу трелювальних тракторів на лісове середовище в ДП «Хустське лісове дослідне господарство».

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТРЕЛЮВАЛЬНИХ ТРАКТОРІВ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЛІСІВ В ДП «ХЛДГ»

Лісівничо-екологічна оцінка впливу трелювальних тракторів на лісове середовище є важливою частиною сталих лісових управлінських практик і дозволяє визначити, як ця машинна техніка впливає на лісову екосистему. Розглядати вплив трелювальних тракторів на природне середовище лісів в ДП «ХЛДГ» будемо з урахуванням методики, описаної в підрозділі 2.7.

3.1. Забруднення повітря трелювальними тракторами

Трелювальні трактори, які працюють на дизельному пальному, виділяють в атмосферу викиди, такі як оксиди азоту (NO_x) і частки дизельного сажі (PM). Це може мати негативний вплив на якість повітря в лісовій області і на здоров'я лісового населення.

Зазвичай один трелювальний трактор здійснює два «проїзди». Значення кількості виділених оксидів азоту (NO_x) і часток дизельного сажі (PM) під час години роботи трелювального трактора також будуть залежати від різних

факторів, включаючи модель трактора, його вік, ступінь обслуговування, робочі умови, якість пального та наявність систем очищення вихлопних газів.

В ДП «ХЛДГ» використовують 7 трелювальних тракторів (John Deere 948L, Tigercat 1075B, Ponsse Buffalo), їх порівняння наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

**Порівняння трелювальних тракторів John Deere 948L, Tigercat 1075B,
Ponsse Buffalo**

Критерій	John Deere 948L	Tigercat 1075B	Ponsse Buffalo
Потужність	150 кВт	180 кВт	200 кВт
Двигун	John Deere 6.8L PowerTech PSS	Tigercat FPT N67 Tier 2, Tier 4F або Tier 2	Ponsse Scania 13 л

Продовження таблиці 3.1

Критерій	John Deere 948L	Tigercat 1075B	Ponsse Buffalo
Сертифікація	відповідає нормам Tier 4 Final / Stage IV щодо викидів		
Гідравліка	Продуктивні системи гідравліки, включаючи гідравлічну помпу пропорційного управління, що забезпечує точне управління рухами стріли та відведенням	Продуктивна система гідравліки, заснована на пропорційному управлінні, що дозволяє точно і ефективно виконувати роботу з лісом	Сучасна система гідравліки Ponsse з пропорційним управлінням та великою продуктивністю
Операторська кабіна	Зручна та сучасна кабіна з великим оглядом, аудіо- та відеосистемами, а також системами автоматизації роботи	Комфортабельна та функціональна кабіна з інноваційними ергономічними рішеннями та системами безпеки	Кабіна Operator Comfort Ponsse з високим рівнем комфорту та ефективності. Опції для автоматизованої керованої системи Ponsse Opti, яка полегшує роботу

			оператора
Тип пального	дизельне паливо	дизельне паливо	дизельне паливо
Вартість	близько 10 млн. грн.	близько 13 млн. грн.	близько 15 млн. грн.
Орієнтовна вартість обслуговування/рік	500 тис. грн.	300 тис. грн.	250 тис. грн.

Визначимо приблизні концентрації забруднюючих речовин у повітрі під час виконання найбільш енергоємних лісопромислових операцій машинами на лісовому майданчику.

На основі дослідження роботи ДП «ХЛДГ» було встановлено, що забруднюючі речовини, які потрапляють в атмосферу разом із відпрацьованими газами з вихлопу трактора, рівномірно розподілені в повітрі над поверхнею ґрунту. Переміщення повітря в розглянутому шарі, як горизонтально, над поверхнею ґрунту, так і вертикально, відсутнє, і вологість повітря практично нульова. Концентрація забруднюючих речовин в цьому повітряному шарі залишається сталою протягом 30 хвилин. Тривалість роботи трактора без зупинок становить 1 годину.

Дослідження трелювальних тракторів John Deere 948L, Tigercat 1075B та Ponsse Buffalo показало, що вихлопна труба цих тракторів розташована горизонтально на висоті 1 метра над поверхнею ґрунту. Відпрацьовані гази виходять із вихлопу, який не вище 4,1 метра над поверхнею ґрунту. Ці гази швидко розсіюються і охолоджуються. Підігрів навколишнього повітря від струменя відпрацьованих газів на відстані 5 метрів від вихлопу (за його осі) не перевищує 3 градуси Цельсія, а на відстані понад 6 метрів фактично відсутній. З цими вимірами висота шару повітря над ґрунтом, де концентрація забруднюючих речовин залишається сталим, становить приблизно 5 метрів.

Концентрацію забруднюючих речовин у повітрі $K_{зр}$ (мг/м³) будемо визначати за формулою 3.1.

$$K_{зр} = \frac{V_{зр} P_{д}}{10 P_{В}}, \quad (3.1)$$

де $V_{зр}$ – питомий викид i -ї забруднюючої речовини, г/(кВт*год), $P_{д}$ – потужність двигуна трактора при виконанні тієї чи іншої операції, кВт; P – продуктивність МТА за 1 год експлуатаційного часу; V – висота шару повітря, в якому прийнято рівномірний розподіл забруднюючих речовин, м.

Для розрахунку значень $K_{зр}$ (концентрації забруднюючих речовин в атмосфері) для трелювального трактора John Deere 948L, який виконує операції валки та пакування дерев, трелювання хлестів, обрізки сучків та розкрязування, будемо використовувати середні значення параметрів для всіх технологічних процесів.

Середнє значення $V_{зр}$ (питомий викид) буде залежати від типу палива і ефективності очищення вихлопних газів. Нехай середнє значення $V_{зр}$ для NO_x , SO_x і CO буде в г/(кВт*год), тоді для трелювального трактора John Deere 948L будемо використовувати наступні значення: NO_x – 5 г/(кВт*год), SO_x – 1 г/(кВт*год), CO – 10 г/(кВт*год).

Середнє значення $P_{д}$ (потужність двигуна) для трелювального трактора John Deere 948L становить 150 кВт (кількість кіловат).

Середнє значення P (продуктивність МТА) для даного трактора за 1 годину експлуатаційного часу складає 10 тонн деревини.

Середнє значення V (висота шару повітря), в якому розглядається рівномірний розподіл забруднюючих речовин, становить 5 метрів.

Підставимо значення в формулу 3.1, отримаємо $K_{зр}$ для кожної речовини (NO_x , SO_x , CO) для трелювального трактора John Deere 948L під час роботи на ДП «ХЛДГ».

$$K_{зр}(NO_x) = (5 \text{ г/(кВт*год)} * 150 \text{ кВт}) / (10 \text{ тонн/год} * 5 \text{ м}) = 15 \text{ г/тону}$$

$$K_{зр}(SO_x) = (1 \text{ г/(кВт*год)} * 150 \text{ кВт}) / (10 \text{ тонн/год} * 5 \text{ м}) = 3 \text{ г/тону}$$

$$K_{зр}(CO) = (10 \text{ г/(кВт*год)} * 150 \text{ кВт}) / (10 \text{ тонн/год} * 5 \text{ м}) = 30 \text{ г/тону}$$

Відтак, значення Кзр для Оксидів азоту (NO_x), Оксидів сірки (SO_x) і Оксиду вуглецю (CO) під час роботи трелювального трактора John Deere 948L складають відповідно 15 г/тонну, 3 г/тонну і 30 г/тонну.

Для розрахунку значень Кзр для трелювального трактора Tigercat 1075B, який виконує операції валки та пакетування дерев, трелювання хлистів, обрізки сучків та розкряжування, будемо використовувати середні значення параметрів для всіх технологічних процесів.

Середнє значення Взр буде залежати від типу палива та ефективності очищення вихлопних газів. Будемо використовувати такі значення для NO_x, SO_x і CO (г/(кВт·год)): NO_x – 6 г/(кВт·год); SO_x – 2 г/(кВт·год); CO – 8 г/(кВт·год).

Середнє значення Під трелювального трактора Tigercat 1075B становить 180 кВт (кількість кіловат).

Середнє значення П для Tigercat 1075B за 1 годину експлуатаційного часу складає 12 тонн деревини.

Середнє значення В залишається незмінним, також становить 5 метрів.

Підставимо значення в формулу 3.1, отримаємо Кзр для кожної речовини (NO_x, SO_x, CO) для трелювального трактора Tigercat 1075B під час роботи на ДП «ХЛДГ».

$$K_{зр}(NO_x) = (6 \text{ г/(кВт·год)} * 180 \text{ кВт}) / (12 \text{ тонн/год} * 5 \text{ м}) = 18 \text{ г/тонну}$$

$$K_{зр}(SO_x) = (2 \text{ г/(кВт·год)} * 180 \text{ кВт}) / (12 \text{ тонн/год} * 5 \text{ м}) = 6 \text{ г/тонну}$$

$$K_{зр}(CO) = (8 \text{ г/(кВт·год)} * 180 \text{ кВт}) / (12 \text{ тонн/год} * 5 \text{ м}) = 24 \text{ г/тонну}$$

Відтак, значення Кзр для Оксидів азоту (NO_x), Оксидів сірки (SO_x) і Оксиду вуглецю (CO) під час роботи трелювального трактора Tigercat 1075B складають відповідно 18 г/тонну, 6 г/тонну і 24 г/тонну.

Для розрахунку значень Кзр для трелювального трактора Ponsse Buffalo, який виконує операції валки та пакетування дерев, трелювання хлистів, обрізки сучків та розкряжування, будемо використовувати середні значення параметрів для всіх технологічних процесів.

Середнє значення $V_{зр}$ для трелювального трактора Ponsse Buffalo: NO_x – 7 г/(кВт·год); SO_x – 2.5 г/(кВт·год); CO – 12 г/(кВт·год).

Середнє значення P_d трактора Ponsse Buffalo становить 200 кВт (кількість кіловат).

Середнє значення Π за 1 годину експлуатаційного часу складає 15 тонн деревини.

Середнє значення V залишається незмінним.

Підставимо значення в формулу 3.1, отримаємо $K_{зр}$ для кожної речовини (NO_x , SO_x , CO) для трелювального трактора Ponsse Buffalo під час роботи на ДП «ХЛДГ».

$K_{зр}(NO_x) = (7 \text{ г/(кВт·год)} * 200 \text{ кВт}) / (15 \text{ тонн/год} * 5 \text{ м}) = 18.67 \text{ г/тонну}$

$K_{зр}(SO_x) = (2.5 \text{ г/(кВт·год)} * 200 \text{ кВт}) / (15 \text{ тонн/год} * 5 \text{ м}) = 5 \text{ г/тонну}$

$K_{зр}(CO) = (12 \text{ г/(кВт·год)} * 200 \text{ кВт}) / (15 \text{ тонн/год} * 5 \text{ м}) = 24 \text{ г/тонну}$

Таким чином, значення $K_{зр}$ для Оксидів азоту (NO_x), Оксидів сірки (SO_x) і Оксиду вуглецю (CO) під час роботи трелювального трактора Ponsse Buffalo складають відповідно 18.67 г/тонну, 5 г/тонну і 24 г/тонну.

Результати розрахунків концентрації забруднюючих речовин від роботи трелювальних тракторів John Deere 948L, Tigercat 1075B та Ponsse Buffalo показано в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Концентрація забруднюючих речовин від роботи трелювальних тракторів на ДП «ХЛДГ»

Модель трактору	Концентрація забруднюючих речовин у повітрі над ґрунтом, г/тонну		
	Оксиди азоту (NO_x)	Оксиди сірки (SO_x)	Оксид вуглецю (CO)
John Deere 948L	15	3	30
Tigercat 1075B	18	6	24

Ponsse Buffalo	18,67	5	24
----------------	-------	---	----

З табл. 3.2 бачимо, що різні трелювальні трактори викидають різні кількості оксидів азоту (NO_x), оксидів сірки (SO_x) та оксиду вуглецю (CO) у повітря над ґрунтом. Трелювальний трактор John Deere 948L має найнижчі викиди NO_x (15 г/тонну) та SO_x (3 г/тонну), але високі викиди CO (30 г/тонну). Трелювальний трактор Tigercat 1075B має середні значення NO_x (18 г/тонну) та SO_x (6 г/тонну), але найнижчий викид CO (24 г/тонну) серед усіх трьох тракторів. Трелювальний трактор Ponsse Buffalo має високі викиди NO_x (18.67 г/тонну) та SO_x (5 г/тонну), але середні значення CO (24 г/тонну). Концентрації NO_x та SO_x у повітрі для всіх трьох тракторів перевищують викиди CO. Втім, концентрація забруднюючих речовин у повітрі не перевищує гранично допустиму згідно з нормативами України [13].

Таким чином, отримані дані свідчать про можливе забруднення лісового середовища ДП «ХЛДГ». Усі три трелювальні трактори мають викиди NO_x, причому викиди вищі, ніж в інших токсичних речовинах, таких як CO і SO_x. NO_x може призводити до забруднення повітря та негативно впливати на здоров'я лісу та тварин, а також сприяти формуванню смогу. Усі три трактори також мають викиди SO_x. Це може призвести до забруднення повітря та впливати на біорізноманітність та якість ґрунту в лісі. Викиди CO, хоч і вищі для John Deere 948L, можуть мати менший вплив на довкілля порівняно з NO_x та SO_x. Проте викиди CO також можуть впливати на якість повітря та здоров'я лісового середовища.

Варто зазначити, що отримані дані про концентрацію забруднюючих речовин в повітрі мають певні обмеження, оскільки вплив вітру може істотно змінювати викид забруднюючих речовин у атмосферу. В той же час, наявність перешкоди, наприклад, лісу, може збільшувати концентрацію цих речовин в обмеженій області.

Заходи для зменшення впливу трелювальних тракторів на якість повітря ДП «ХЛДГ»:

1. Оптимізація робочих годин. Працівникам ДП «ХЛДГ» слід спланувати робочий графік для трелювальних тракторів таким чином, щоб їхні робочі години були максимально оптимізовані. Необхідно обмежити робочий час на тих лісових ділянках, де викиди NOx та SOx вже вищі, щоб зменшити їхній вплив на повітря.

2. Використання найбільш «екологічних» тракторів. Враховуючи, що концентрації NOx та SOx у повітрі для всіх трьох тракторів перевищують викиди CO, варто надавати перевагу тракторам з найнижчими викидами NOx та SOx (тобто, найкращий вибір – колісний трелювальний трактор John Deere 948L, також можна підключити гусеничний Tigercat 1075B). Таким чином, можна вплинути на зниження кількості шкідливих речовин у повітрі.

3. Впровадження фільтраційних систем. Директору ДП «ХЛДГ» необхідно розглянути можливість встановлення фільтраційних систем на трелювальних тракторах, які допомагатимуть зменшити викиди шкідливих речовин в повітря.

4. Моніторинг якості повітря. Для запровадження контролю забруднення необхідно відслідковувати якість повітря на лісовій ділянці та викиди від трелювальних тракторів. Це допоможе ДП «ХЛДГ» оперативно реагувати на збільшення концентрації шкідливих речовин та вживати необхідні заходи для їх зниження.

5. Використання біопалива. Слід також звернути увагу на можливість використання біопалива для руху трелювальних тракторів, адже біопаливо менш шкідливе для якості повітря. Для цього потрібно звернутись до виробника трелювального трактору (або до центру обслуговування).

6. Екологічна освіта та тренінг. На підприємстві слід запровадити тренінги для операторів трелювальних тракторів з питань екологічного захисту та свідомого впливу на навколишнє середовище. Це дозволить працівникам ДП «ХЛДГ» вивчити оптимальні методи роботи з трелювальним трактором, щоб зменшити вплив на ґрунт, дерева та повітря.

Вони можуть вчитися зменшувати негативні ефекти, такі як ерозія чи викиди шкідливих газів.

3.2. Вплив трелювальних тракторів на ґрунт

Рух трелювальних тракторів в лісі може призвести до ущільнення ґрунту, компактування ґрунтового покриву та забруднення ґрунту маслами, паливними речовинами та іншими хімічними речовинами, що використовуються в тракторі.

По-перше, слід звернути увагу на забруднення ґрунту через відпрацьовані гази. Показники екологічної безпеки, які використовуються при експлуатації трелювальних тракторів, можуть включати наступні аспекти:

1. Викиди оксидів вуглецю (CO), оксидів азоту (NO_x) і гідрокарбонатів (CH). Вимірює кількість цих забруднюючих речовин, які виділяються відпрацьованими газами під час роботи трелювального трактора.

2. Рівень димності. Димність газів, які виходять з вихлопної труби, може бути виміряна для оцінки якості згорання пального та рівня забруднення.

3. Вміст оксидів вуглецю (CO) і гідрокарбонатів (CH) у відпрацьованих газах. Визначення кількості цих речовин у відпрацьованих газах може свідчити про рівень викидів шкідливих речовин.

4. Рівень шуму. Вимірювання рівня зовнішнього та внутрішнього шуму, що створюється трелювальним трактором, для оцінки впливу на оператора та навколишнє середовище.

5. Вібрації. Вимірювання вібрацій, які передаються на рульове колесо та сидіння оператора, для оцінки комфорту та безпеки праці.

6. Витікання рідин та палива. Визначення можливих витоків масел, палива та охолоджуючої рідини для запобігання забрудненню навколишнього середовища.

7. Викиди газів поза вихлопною трубою. Вимірювання викидів, які можуть виходити з інших частин машини, крім вихлопної труби.

8. Тиск на ґрунт. Визначення тиску, який машина створює на ґрунті під час роботи.

Як вже було сказано раніше, ДП «ХЛДГ» на підпорядкованих лісівництвах використовує трелювальні трактори моделей John Deere 948L, Tigercat 1075B та Ponsse Buffalo, які працюють на дизельному пальному. Концентрація оксиду вуглецю (CO) у відпрацьованих газах дизельних двигунів John Deere 948L, Tigercat 1075B та Ponsse Buffalo знаходиться в діапазоні від 24 до 30 г/тонну.

Найтоксичнішими компонентами відпрацьованих газів John Deere 948L, Tigercat 1075B та Ponsse Buffalo є оксиди азоту, зокрема NO, NO₂, N₂O₄ та N₂O₃. Серед них, найбільшу небезпеку становить двооксид азоту (NO₂) та його полімер N₂O₄. Це газ коричневого кольору з характерним запахом, з відносною густиною більше, ніж у повітря (1,58), малорозчинний у воді.

У процесі роботи дизельних двигунів John Deere 948L, Tigercat 1075B та Ponsse Buffalo в основному утворюється оксид азоту (NO), але з охолодженням газів, які виходять (від 620 °C до 150 °C), NO окислюється до NO₂. При подальшому зниженні температури NO₂ полімеризується до N₂O₄, і при температурі близько 40 °C більше ніж 70% NO₂ переходить у N₂O₄. Однак, найвищий вміст NO зберігається у відпрацьованих газах.

Слід пам'ятати, що оксиди азоту (NO_x) є значно більш токсичними в порівнянні з оксидом вуглецю (CO) і викликають подразнення слизової оболонки очей та дихальних шляхів працівників ДП «ХЛДГ». Вони залишаються у легенях у вигляді азотної та азотистої кислоти. Симптоми отруєння від NO_x зазвичай не проявляються протягом перших 6 годин, але можуть включати кашель, задишку та набряк легень, який може збільшуватися. Крім того, немає ефективних засобів для нейтралізації цих токсичних речовин.

Вуглеводні (C_nH_x) також є у відпрацьованих газах трелювальних тракторів, вони являються різноманітною групою органічних сполук, що характеризуються кількістю атомів вуглецю та водню в їхній структурі. Сполуки парафінового ряду $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ викликають неприємний запах і можуть подразнювати слизові оболонки очей та носа працівників підприємства, що негативно вплине на продуктивність та ефективність ліозаготівлі.

Слід звернути увагу на те, що продукти фотохімічних реакцій між вуглеводнями та оксидами азоту є однією з причин смогу, а поліциклічні ароматичні вуглеводні є канцерогенними. Зокрема, бензапірен є найбільш небезпечним і може концентруватися у сажі газів, що виходять, чинити вплив не лише на навколишнє середовище, але і на працівників ДП «ХЛДГ».

В табл. 3.3 наведено основні компоненти відпрацьованих газів для трелювальних тракторів з урахуванням їхньої роботи на дизельному пальному. Основні компоненти відпрацьованих газів для трелювальних тракторів, які працюють на дизельному пальному, можна визначити на основі складу та продукції згоряння дизельного пального.

Таблиця 3.3

Основні компоненти відпрацьованих газів трелювальних тракторів John Deere 948L, Tigercat 1075B, Ponsse Buffalo

Компонент	Вміст у відпрацьованих газах, %	Пояснення
N ₂	74-78	Нітроген є основним компонентом атмосфери і зазвичай не має директного негативного впливу на ліс. Високий вміст азоту може впливати на лісові ґрунти, особливо в разі перегодування внаслідок великих викидів азотних оксидів (NO _x)
O ₂	2-18	Кисень не є шкідливим для лісу, і високий вміст кисню у відпрацьованих газах зазвичай не має негативного впливу
H ₂ O	0,5-9	Високий вміст водяних парів у відпрацьованих газах може впливати на вологість лісу, але це зазвичай є меншим фактором порівняно з іншими

CO ₂	1-12	Вуглекислий газ є основним парниковим газом; великі викиди CO ₂ можуть призвести до зростання парникового ефекту, що може вплинути на клімат та лісові екосистеми
CH _x	0,01-0,3	Вуглеводні, такі як метан, етан та інші, великі викиди можуть вплинути на парниковий ефект та клімат лісу
R _x CH O	(1-10)*	Ці сполуки можуть виникати внаслідок хімічних процесів та метаболізму в природних системах; великі концентрації деяких гідроксикарбальдегідів можуть мати токсичний вплив на рослини та земельний покрив
C ₂ OH 2	*10-3	Великі концентрації можуть вплинути на хімічний склад ґрунту та водойм в лісі
CO	до 1	Надлишок оксиду вуглецю в повітрі може призвести до отруєння дерев та спричинити зниження їхнього здоров'я
NO _x	0,005-0,4	Викиди NO _x можуть призвести до кислого дощу, що може негативно вплинути на дерева та ґрунт
H ₂	0,004-0,5	Викиди водню не мають істотного впливу на ліс
SO ₂	0,01-0,5	Великі викиди SO ₂ також можуть призвести до кислого дощу та забруднення ґрунту
H ₂ S	до 0,05	Великий вміст H ₂ S може бути шкідливим для рослин
C	до 0,015	Вуглець у невеликих концентраціях не є прямою загрозою для лісу; однак, викиди вуглецю у великих кількостях у формі CO ₂ можуть спричинити парниковий ефект, що впливає на клімат, та потенційно впливати на лісові екосистеми.
N ₂	0,01-1,1	В малих концентраціях не є прямою загрозою для лісу

З табл. 3.3 можемо стверджувати, що компоненти відпрацьованих газів трельовальних тракторів John Deere 948L, Tigercat 1075B, Ponsse Buffalo є забруднюючими речовинами, які можуть призвести до погіршення якості повітря у лісництвах ДП «ХЛДГ». Вони можуть створювати атмосферні забруднення та впливати на якість повітря. Оксиди азоту і оксиди сірки можуть бути втягнуті в окислювальні реакції в атмосфері і призводити до формування кислотних дощів. Ці дощі можуть завдати шкоди лісовим деревам, ґрунту та водним джерелам. Оксиди азоту та оксиди сірки можуть бути фітотоксичними для рослин. Вони можуть призводити до пошкодження листя, гіперексудації та інших негативних впливів на рослини, що може

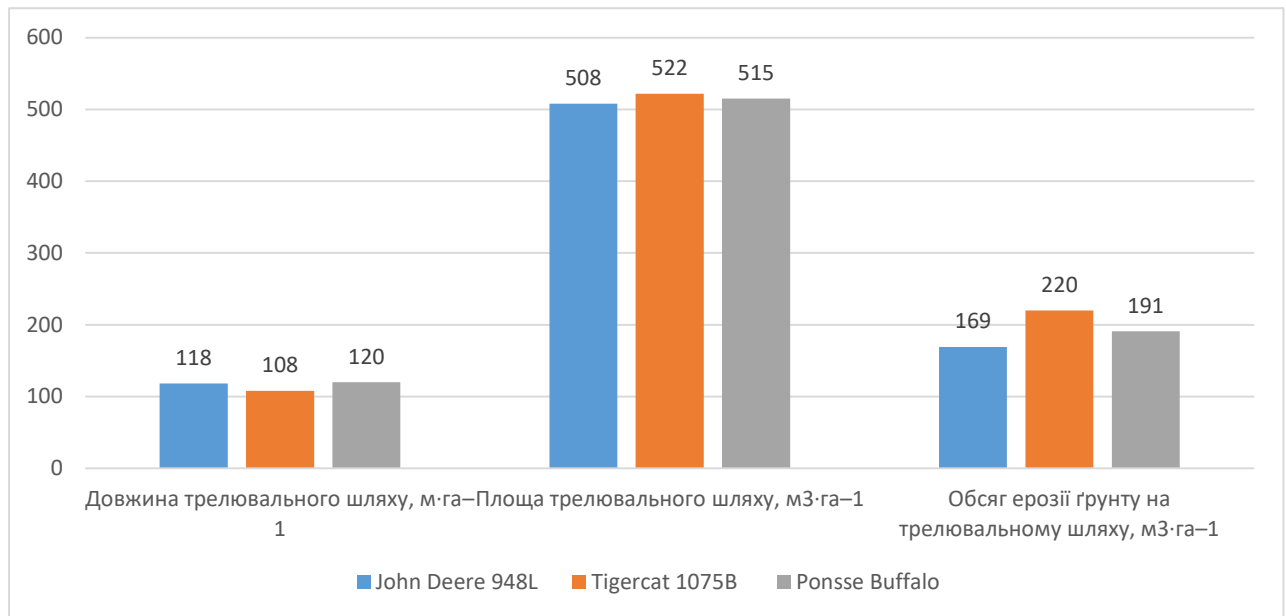
вплинути на ріст та здоров'я лісу. Викиди вказаних компонентів в атмосферу можуть сприяти глобальному потеплінню і змінам клімату. Це може вплинути на лісові екосистеми та біорізноманітність. В результаті поганий стан повітря може вплинути на здоров'я та поведінку лісових тварин, зокрема на тих, що мають високу чутливість до якості повітря. Високі концентрації цих забруднюючих речовин у повітрі також можуть бути шкідливими для здоров'я працівників ДП «ХЛДГ». Всі компоненти відпрацьованих газів проявляються лише в межах підпорядкованих лісівництв (виробничої території).

Для мінімізації впливу компонентів відпрацьованих газів трелювальних тракторів на лісове середовище важливо використовувати більш екологічно чисті джерела енергії для техніки, яка використовується в лісозаготівельних операціях, а також дотримуватися встановлених законодавством екологічних норм і використовувати фільтри та інші методи для зменшення викидів.

Окремий негативний вплив на ґрунт спричиняється шляхом його ущільнення. Ґрунт лісівництв Закарпаття є вкрай чутливим до неправильної лісозаготівельної діяльності, і невірне навантаження може позначитися на якості ґрунтового середовища протягом тривалого періоду часу. Це вплине на продуктивність лісу та функціонування природних екосистем. Зокрема, вплив на лісний ґрунт, який має більшу площу впливу від лісозаготівельних дій, головним чином пов'язаний з земельними методами видобутку, такими як трелювання.

В рамках написання дипломної роботи неможливо проводити довготривалі спостереження, однак, працівники дослідного відділу ДП «ХЛДГ» повідомили про більш високий опір проникненню ґрунту через 10 років після трелювання.

Втім, збільшення об'ємної щільності ґрунту не завжди слід розглядати як еквівалент помітного зменшення росту дерев. Зміни об'ємної щільності ґрунту, які призвели до деякого зниження біологічного та вегетативного розвитку сіянців бука та дуба, спостерігалися при збільшенні на 0,15–0,43 г/см³. На рис. 3.1 приведено середні дані щодо розміру трелювальних шляхів



в лісівництвах ДП «ХЛДГ», створених різними моделями тракторів.

Рис 3.1. Дані щодо розмірів трелювальних шляхів ДП «ХЛДГ»

З рис. 3.1 бачимо, що на лісових ділянках, які були оброблені трелювальними тракторами John Deere 948L та Ponsse Buffalo, мережа трелювальних колій має більшу щільність та займає приблизно на 10% більше площі, ніж на лісових ділянках, де використовуються трелювальні трактори моделі Tigercat 1075B. Причину такої різниці вбачаємо в гірській місцевості та наявності схилів, на яких можна використовувати колісні трактори, і вимогою створювати більше трелювальних колій. Площа трелювального шляху Tigercat 1075B найбільша, проте різниця між усіма трьома тракторами невелика. Обсяг ерозії ґрунту на трелювальному шляху Tigercat 1075B найвищий, в той час як у John Deere 948L він найнижчий, і Ponsse Buffalo має середні значення.

Загалом можна сказати, що обсяг ерозії ґрунту на трелювальних шляхах зазвичай більший для тракторів з більшою площею та/або довжиною шляху. Однак відмінності між різними типами трелювальних тракторів є невеликими. Для розуміння впливу кожної моделі трелювальних тракторів проведемо додаткові розрахунки.

Середня довжина трелювального шляху для всіх трьох типів тракторів:

$$D_c = (118 + 108 + 120) \text{ м} / 3 = 115,3 \text{ м} \cdot \text{га}^{-1};$$

Середня площа трелювального шляху для всіх трьох типів тракторів:

$$S_{tr} = (508 + 522 + 515) \text{ м}^3 / 3 = 515 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1};$$

Середній обсяг ерозії ґрунту на трелювальному шляху для всіх трьох типів тракторів:

$$E_c = (169 + 220 + 191) \text{ м}^3 / 3 = 193,3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1};$$

Вплив на лісове середовище відносно типу трелювального трактора: Трелювальні трактори працюють на лісовій ділянці близько 8 годин на добу. Площа експлуатаційної ділянки – 15664,7 гектарів. Трелювальний трактор John Deere 948L має найнижчі викиди NO_x (15 г/тонну) та SO_x (3 г/тонну), але високі викиди CO (30 г/тонну). Трелювальний трактор Tigercat 1075B має середні значення NO_x (18 г/тонну) та SO_x (6 г/тонну), але найнижчий викид CO (24 г/тонну) серед усіх трьох тракторів. Трелювальний трактор Ponsse Buffalo має високі викиди NO_x (18,67 г/тонну) та SO_x (5 г/тонну), але середні значення CO (24 г/тонну). Концентрації NO_x та SO_x у повітрі для всіх трьох тракторів перевищують викиди CO.

Загальний обсяг ерозії ґрунту для всієї лісової ділянки:

$$E_z \text{ John Deere 948L} = 169 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} * 15664,7 \text{ га} = 2647334,3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1};$$

$$E_z \text{ Tigercat 1075B} = 220 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} * 15664,7 \text{ га} = 3446234 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1};$$

$$E_z \text{ Ponsse Buffalo} = 191 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} * 15664,7 \text{ га} = 2991957,7 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}.$$

Коефіцієнт використання площі для трелювальних шляхів:

$$\text{ВП John Deere 948L} = 508 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} / 15664,7 \text{ га} = 0,032;$$

$$\text{ВП Tigercat 1075B} = 522 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} / 15664,7 \text{ га} = 0,033;$$

$$\text{ВП Ponsse Buffalo} = 515 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} / 15664,7 \text{ га} = 0,033.$$

Трелювальний трактор Tigercat 1075B має найвищий обсяг ерозії ґрунту для лісової ділянки, що може призвести до більш серйозної деградації ґрунту і лісового середовища. Хоча коефіцієнти використання площі для трелювальних шляхів для трьох типів трелювальних тракторів схожі, слід звернути увагу на спільний обсяг ерозії ґрунту.

Для зменшення впливу трелювальних тракторів на ґрунт ДП «ХЛДГ» можуть бути запроваджені наступні заходи:

1. Вибір менш травмуючих ґрунт технологій. Директору ДП «ХЛДГ» слід розглянути можливість імплементації технологій, які мають менший тиск на ґрунт. Так, на сьогоднішній день є моделі трелювальних тракторів з ширшими гусенями або спеціальними пневматичними шинами, можуть допомогти розподілити вагу рівномірно і запобігти пошкодженню ґрунту. Є можливість встановлення модифікацій на вже придбані моделі тракторів.

2. Планування оптимальних маршрутів. Для операторів трелювальних тракторів мають бути розроблені маршрути, які мінімізують трелювання на схилах та вразливих ділянках. Це допоможе зменшити ерозію та зберегти ґрунт.

3. Використання технологій GPS. На всі трелювальні трактори мають бути встановлені системи GPS, щоб точно керувати їх рухом та забезпечити оптимальне розташування шляхів. Це допоможе уникнути надмірного трелювання.

4. Мінімізація трелювання на мокрих ділянках. Оператори трелювальних тракторів мають уникати роботи на мокрих ґрунтах, оскільки це може призвести до більш серйозної ерозії.

5. Оптимізація графіку роботи тракторів. Необхідно розробити графік роботи трелювальних тракторів, щоб зменшити негативний вплив на ґрунт та підлісок.

6. Заборона використання певних тракторів на вразливих ділянках. При неможливості імплементації модифікацій або заміни тракторів на більш ефективні моделі, на ДП «ХЛДГ» необхідно визначити певні ділянки, де

використання тракторів з високим тиском на ґрунт або найбільшими викидами повинно бути заборонено.

7. Відновлення та консервація ґрунту. Один раз на сезон необхідно проводити заходи з відновлення та консервації ґрунту на трелювальних ділянках, щоб зменшити ерозію та покращити структуру ґрунту.

3.3. Втрати біорізноманітності

Інтенсивна лісова експлуатація може призвести до знищення природних середовищ та мешканців, таких як рослини, тварини та мікроорганізми. Оцінка впливу повинна враховувати можливі наслідки для біорізноманіття.

Втрати біорізноманітності (або біорізноманіття) - це процес втрати різноманітності живих організмів, який включає в себе різноманіття видів, генофонду та екосистем. Збереження біорізноманіття в ДП «ХЛДГ» є важливим завданням, оскільки втрати біорізноманітності можуть призвести до зменшення стабільності екосистем, зникнення видів і порушення багатьох екологічних процесів. Втрати біорізноманітності можуть бути результатом таких діяльностей, як вирубка лісів, забруднення довкілля, вирубка природних багатств, зміна клімату та інші.

Для ДП «ХЛДГ» Втрати біорізноманітності під час роботи трелювальних тракторів John Deere 948L, Tigercat 1075B та Ponsse Buffalo можуть бути спричинені різними чинниками (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Втрати біорізноманітності під час роботи трелювальних тракторів

Однією з основних операцій лісозаготівлі ДП «ХЛДГ» є вирубка дерев. Це може спричинити втрату біорізноманітності, оскільки це призводить до втрати житлового середовища для різних видів рослин і тварин, включаючи тих, що є ендемічними для певних регіонів. Окрім того, витікання пального або інших рідин з трактора може забруднити водоймища, що може вплинути на водну біорізноманітність та водні екосистеми. Рух трактора та важких обладнань може спричиняти зруйнування лісового ґрунту та лісового покриву, що може вплинути на рослинний покрив, гриби, комах та інші живі організми. Розміщення та рух тракторів може перешкоджати міграції різних видів тварин, що може призвести до втрати біорізноманітності.

Породний склад ДП «ХЛДГ»: бук – 83.8%, дуб звичайний – 6.5%, дуб скельний – 2.8%, граб – 0.8%, ялина європейська – 4.5%, інші породи – 1.6%. Середній віковий склад насадження – 80 років. Флора: дикорослинні плоди, лікарські рослини, гриби, ягоди та технологічна сировина (лоза). Фауна: олені, косулі, ведмеді, дикі свині, зайці, куниці, білки, дикий кіт, борсук.

Під час використання трелювальних тракторів для суцільної вирубки дерев із вказаним породним складом та віковим складом насадження можуть виникати конкретні втрати біорізноманітності:

1. Зменшення чисельності букових видів. Оскільки бук становить більшість породи в лісі (83.8%), вирубка цих дерев може призвести до значного зменшення чисельності букових видів рослин та тварин, які є залежними від цього виду дерев.

2. Втрата житлового середовища для видів, які асоціюються із дубами. Вирубка дубів (дуб звичайний та дуб скельний) може призвести до втрати житлового середовища для видів, які асоціюються із цими деревами. Вони можуть включати рослинні види та тварин, які спеціалізуються на використанні дубового лісу.

3. Зниження видового різноманіття через домінування бука. Якщо бук домінує в породному складі, то це може призвести до зниження видового різноманіття в лісі, оскільки інші види мають обмежені можливості для росту та розвитку.

4. Зміна структури лісу. З врахуванням середнього вікового складу насадження (80 років), вирубка дерев може змінити структуру лісу, що може вплинути на умови для рослин та тварин, що пристосовані до певних етапів розвитку лісу.

5. Зменшення доступу до ресурсів для інших порід. Якщо дерева інших порід (наприклад, граб та ялина європейська) вирубаються в невеликій кількості, це може призвести до зменшення доступу до ресурсів (як лісової технічної сировини) для видів, які спеціалізуються на цих породах.

Таким чином, вирубка дерев із врахуванням породного та вікового складу може мати конкретні наслідки для рослинного та тваринного світу в лісі, включаючи втрати біорізноманітності та зміни в природних екосистемах.

Руйнування трелювальними тракторами грибів та ягід під час лісозаготівельних операцій може призвести не лише до зменшення

туристичних потужностей, але і до конкретних втрат біорізноманітності та екосистемних змін:

1. Зменшення чисельності грибів. Гриби є важливою частиною екосистеми ДП «ХЛДГ», і вирубка лісу може призвести до руйнування грибів та їхніх популяцій. Зменшення чисельності грибів може вплинути на живлення видів, які їх використовують, і на біорізноманітність мікроорганізмів, які залежать від грибів.

2. Втрата доступу до лікарських рослин. Ліси ДП «ХЛДГ» є джерелом лікарських рослин, і багато з них асоціюються з грибами та ягодами. Вирубка дерев та руйнування грибів та ягід можуть призвести до втрати доступу до цих лікарських рослин, що використовуються людьми для медичних цілей.

3. Зміни в рослинному складі. Руйнування ягід та дикорослиних плодів може вплинути на рослинний склад лісу. Ягоди та дикорослині плоди є джерелом їжі для багатьох видів тварин, і їх втрата може вплинути на живлення та розподіл цих видів.

4. Втрата технологічної сировини. Ліс ДП «ХЛДГ» також служить джерелом технологічної сировини, такої як лоза. Руйнування цих ресурсів може призвести до втрати сировини для виробництва різних продуктів.

Відтак, руйнування грибів та ягід у результаті лісозаготівельних операцій може мати наслідки для різноманітності видів, живлення, рослинного складу та доступу до ресурсів як для тварин, так і для людини.

Під час трелювання в аспекті втрати житлового середовища для тварин можуть відбутися наступні втрати біорізноманітності:

1. Втрата місця проживання. Руйнування лісового середовища, яке супроводжує трелювання, може призвести до втрати природного середовища для багатьох видів тварин. Це може призвести до зниження чисельності та міграції видів, що втратили своє місце проживання.

2. Втрата гніздових місць Деякі види тварин будують гнізда в лісових деревах. Руйнування цих дерев може призвести до втрати гніздових місць для птахів та інших тварин.

3. Загроза для молодняка. Руйнування лісового середовища може вплинути на виживання молодняка видів, що залежать від лісового середовища для харчування та сховища.

4. Зниження доступу до їжі. Тварини, які полюють або знаходять їжу в лісі, можуть втратити доступ до своїх природних джерел харчування через руйнування.

5. В результаті втрата житлового середовища може призвести до зниження біорізноманітності в лісі, оскільки деякі види можуть вимирати, а інші можуть стати більш конкурентоспроможними.

Відтак, трелювання в лісових масивах може призвести до серйозних втрат біорізноманітності через втрату місць проживання, гніздових місць та доступу до харчування для різних видів тварин.

Порушення міграційних маршрутів в ДП «ХЛДГ» через трелювання може призвести до серйозних втрат біорізноманітності для різних видів тварин. Враховуючи фауну досліджуваних лісівництв, можна відмітити наступні зміни:

1. Вплив на оленів та косуль. Ці тварини часто мігрують на пастбища та відзимовки під час зимового сезону. Трелювання може перешкодити їхнім міграційним маршрутам та обмежити доступ до необхідних ресурсів.

2. Вплив на ведмедів. Ведмеді можуть мігрувати на великі відстані в пошуках їжі та спаровуванням. Порушення їхніх міграційних маршрутів може призвести до зіткнень з людьми та втрати доступу до природних ресурсів.

3. Вплив на диких свиней. Ці тварини також можуть мігрувати в пошуках їжі та нових місць для життя. Порушення міграційних маршрутів може призвести до конфліктів з людьми та зниження їхньої чисельності.

4. Вплив на зайців, куниць, білок, диких котів, борсуків. Ці види також можуть бути залучені до міграції в пошуках харчування та спаровування. Порушення міграційних маршрутів може вплинути на їхню здатність до виживання та розмноження.

Таким чином, порушення міграційних маршрутів може мати серйозні наслідки для різних видів тварин, включаючи втрату доступу до необхідних ресурсів та збільшення ризику конфліктів з людьми.

Збереження і охорона біорізноманіття лісів ДП «ХЛДГ» від впливу трелювальних тракторів важливе завдання для підтримання екологічної рівноваги та збереження унікальних природних ресурсів всього Закарпаття, адже трелювальні роботи проводяться на 7 ділянках: Нижньо-Бистрянському, Березівському, Монастирецькому, Драгівському, Хустському, Велятинському і Вишківському лісництвах. Для цього можна запровадити такі конкретні заходи:

1. Встановлення особливих обмежень на роботу трелювальних тракторів. Працівникам ДП «ХЛДГ» слід визначити чутливі ділянки лісівництва, де збереження біорізноманіття є надзвичайно важливим. На таких ділянках потрібно обмежувати роботу трелювальних тракторів або дозволити їх роботу тільки за певних умов (наприклад, в сухий період року).

2. Використання тракторів з найменшим негативним впливом. Як вже зазначалось раніше, ДП «ХЛДГ» необхідно вжити заходів щодо встановлення модифікацій на використовувані трактори або використовувати такі з них, які мають менший тиск на ґрунт, щоб зменшити руйнівальний вплив на лісову рослинність та тваринний світ.

3. Слідування за дотриманням норм та правил. На підприємстві має бути встановлено суворий контроль за виконанням екологічних норм та правил при роботі трелювальних тракторів. Оператори тракторів мають чітко дотримуватись обмежень та рекомендацій.

4. Санітарне відтинання. В лісництвах ДП «ХЛДГ» періодично має здійснюватись санітарне відтинання з урахуванням особливостей екосистем та видів, які потребують особливого захисту.

5. Збереження водних екосистем. Хоча в даній роботі ми не досліджували конкретний вплив трелювальних тракторів на водну екосистему ДП «ХЛДГ», рекомендуємо підприємству уникати трелювання у

важливих прибережних зонах та не допускати велику кількість інфільтрації води.

6. Моніторинг біорізноманіття. Відділ лісового господарства ДП «ХЛДГ» має здійснювати регулярний моніторинг біорізноманіття підпорядкованих лісництв. Сюди входить моніторинг популяцій видів та спостереження за впливом роботи трелювальних тракторів на їх середовище і ресурси.

3.4. Мінімізація впливу трелювальних тракторів на ДП «ХЛДГ»

Робота трелювальних тракторів чинить на ДП «ХЛДГ» як позитивний, так і негативний вплив. Це дозволяє нам провести SWOT-аналіз в даному аспекті. SWOT-аналіз допомагає лісозаготівельній компанії виокремити потенційні загрози та можливості, пов'язані з використанням трелювальних тракторів. Дії компанії можуть бути спрямовані на максимізацію можливостей та мінімізацію загроз з урахуванням сильних та слабких сторін.

Можна виділити такі сильні сторони ДП «ХЛДГ» від використання трелювальних тракторів:

1. Збільшення виробничої потужності. Використання трелювальних тракторів John Deere 948L, Tigercat 1075B, Ponsse Buffalo підвищує швидкість та ефективність вирубки дерев, збільшуючи виробничу потужність підприємства. Це може призвести до збільшення обсягів деревини, яка вилучається з лісу.

2. Зменшення ручної праці. Трелювальні трактори дозволяють автоматизувати деякі операції, які раніше виконувались вручну. Це знижує витрати на ручну працю та підвищує продуктивність.

3. Зменшення витрат на транспортування. Трелювальні трактори John Deere 948L, Tigercat 1075B, Ponsse Buffalo можуть здійснювати вантажні операції, включаючи завантаження та транспортування деревини. Це

зменшує витрати на транспортування лісу з вирубаного місця до місць обробки.

4. Збереження часу. Трелювальні трактори здатні виконувати операції швидше, ніж виконання ручним способом, що дозволяє підвищити продуктивність та скоротити час, необхідний для виконання робіт.

5. Зменшення ризику для працівників. Трелювальні трактори зменшують ризик для працівників, оскільки деякі операції виконуються автоматично, і працівники менше піддаються фізичному навантаженню та можливим небезпечностям.

В той же час, вбачаємо такі слабкі сторони ДП «ХЛДГ» від використання трелювальних тракторів:

1. Вартість тракторів та обслуговування. Введення та підтримка трелювальних тракторів John Deere 948L, Tigercat 1075B, Ponsse Buffalo досить дороге. Вартість придбання та обслуговування цих тракторів складає значну частину витрат ДП «ХЛДГ».

2. Витрати на паливе. Трелювальні трактори John Deere 948L, Tigercat 1075B, Ponsse Buffalo працюють на дизельному пальному, і витрати на паливе можуть бути суттєвими, особливо при великому обсязі робіт.

3. Збитки для біорізноманітності. Як вже було сказано вище, використання трелювальних тракторів John Deere 948L, Tigercat 1075B, Ponsse Buffalo призводить до втрати біорізноманітності, так як руйнується природне середовище лісу, включаючи флору та фауну. Це може вплинути на лісовий потенціал та можливість отримання прибутку в майбутньому.

4. Погіршення якості деревини. Неправильне використання трелювальних тракторів призводить до пошкодження дерев та погіршення якості вирубаного деревини, що може вплинути на її ринкову ціну.

Враховуючи слабкі та сильні сторони, далі виокремимо можливості та загрози для ДП «ХЛДГ».

Загрози:

1. Екологічні штрафи. Використання трелювальних тракторів може призвести до викидів забруднюючих речовин в атмосферу та забруднення навколишнього середовища, що може призвести до екологічних штрафів та зобов'язань щодо відновлення природних ресурсів.

2. Потенційні втрати через пожежі. Робота трелювальних тракторів у лісі може збільшити ризик лісових пожеж через можливі викиди пального або іскри від машин. Це може призвести до значних матеріальних збитків та втрати лісових ресурсів.

3. Збитки для біорізноманітності: Використання трелювальних тракторів може призвести до втрати біорізноманітності, що включає в себе руйнування природного середовища лісу та може вплинути на лісовий потенціал та екосистеми.

Можливості:

1. Покращення ефективності. Використання трелювальних тракторів може підвищити ефективність роботи, зменшити час, потрібний для вирубки, і збільшити обсяги видобутої деревини.

2. Розширення виробничої потужності. Збільшення виробничої потужності може призвести до збільшення обсягів деревини, що добре позиціонує компанію на ринку.

3. Зменшення ризику для працівників. Трелювальні трактори можуть зменшити ризик для фізичного здоров'я працівників, забезпечуючи більш безпечні умови праці.

4. Зменшення витрат на транспортування. Трелювальні трактори можуть здійснювати операції з транспортуванням, зменшуючи витрати на логістику.

5. Автоматизація. Автоматизація деяких операцій зменшує потребу в ручній праці та підвищує продуктивність.

Дії для максимізації можливостей та мінімізації загроз щодо використання трелювальних тракторів ДП «ХЛДГ» з урахуванням сильних та слабких сторін необхідно визначити стратегічні заходи (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Максимізація можливостей та мінімізація загроз ДП «ХЛДГ» щодо використання трелювальних тракторів

Максимізація можливостей		Мінімізація загроз	
Заходи	Опис	Заходи	Опис
Вдосконалення технологій	Інвестування в дослідження та розвиток для поліпшення ефективності та продуктивності трелювальних тракторів	Впровадження екологічних стандартів	Дотримання всіх екологічних законів та стандартів для уникнення штрафів та забезпечення сталих екологічних практик
Підвищення кваліфікації персоналу	Навчання працівників управління та обслуговування трелювальних тракторів для оптимізації робочих процесів	Збереження біорізноманітності	Розробка та виконання планів збереження біорізноманітності, включаючи охорону екосистем, де робляться вирубки, та компенсацію втрат біорізноманітності
Використання більш екологічно чистих палив	Розгляд варіантів зниження впливу на довкілля шляхом використання біо-дизельного пального або інших екологічно чистих альтернатив	Моніторинг пожеж	Запровадження строгих пожежних заходів та вимог для зменшення ризику лісових пожеж, таких як регулярний огляд обладнання та навчання персоналу
Моніторинг екологічного впливу	Встановлення систем моніторингу для відслідковування викидів та забруднення	Поліпшення умов праці	Забезпечення безпечних умов для працівників, включаючи вимоги до особистого захисту та

	навколишнього середовища, щоб запобігти екологічним штрафам		відповідну навчання щодо безпеки
--	--	--	-------------------------------------

Продовження таблиці 3.4

Максимізація можливостей		Мінімізація загроз	
Заходи	Опис	Заходи	Опис
	-	Оптимізація витрат	Пошук шляхів зниження витрат на обслуговування та експлуатацію трелювальних тракторів, включаючи облік витрат на пальне

Здійснення заходів, описаних в табл. 3.4, допоможе ДП «ХЛДГ» зменшити негативний економічний вплив від використання трелювальних тракторів. В той же час, в таблиці описані можливості максимізації переваг підприємства, що допоможе ДП «ХЛДГ» збільшити позитивний економічний вплив від використання трелювальних тракторів.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Дослідження діяльності ДП «ХЛДГ», зокрема впливу трелювальних тракторів на лісове середовище підприємства дозволило запропонувати наступні загальні рекомендації:

1. Інвестування в дослідження та розвиток для поліпшення ефективності та продуктивності трелювальних тракторів.
2. Навчання працівників управління та обслуговування трелювальних тракторів для оптимізації робочих процесів.
3. Розгляд варіантів зниження впливу на довкілля шляхом використання біо-дизельного пального або інших екологічно чистих альтернатив.
4. Встановлення систем моніторингу для відслідковування викидів та забруднення навколишнього середовища, щоб запобігти екологічним штрафам.
5. Дотримання всіх екологічних законів та стандартів для уникнення штрафів та забезпечення сталих екологічних практик.
6. Розробка та виконання планів збереження біорізноманітності, включаючи охорону екосистем, де робляться вирубки, та компенсацію втрат біорізноманітності.
7. Запровадження строгих пожежних заходів та вимог для зменшення ризику лісових пожеж, таких як регулярний огляд обладнання та навчання персоналу.
8. Забезпечення безпечних умов для працівників, включаючи вимоги до особистого захисту та відповідну навчання щодо безпеки.

9. Пошук шляхів зниження витрат на обслуговування та експлуатацію трелювальних тракторів, включаючи облік витрат на пальне.

Для розрахунку приблизної економічної ефективності цих заходів, необхідно врахувати витрати та очікувані збитки від екологічних проблем та негативного впливу на довкілля перед впровадженням кожного заходу.

Розрахуємо приблизну суму чистого прибутку (або витрат) для кожного з запропонованих заходів за допомогою середніх показників. Для оцінки доцільності впровадження кожного з запропонованих заходів, будемо використовувати формулу 4.1:

$$D = \frac{B-C}{C} * 100\% , \text{ де} \quad (4.1)$$

D – доцільність заходу у відсотках,

B – очікуваний річний додатковий прибуток,

C – середньорічні витрати на захід.

Розрахунки виглядають наступним чином:

1. Інвестування в дослідження та розвиток.

Середньорічні витрати на дослідження та розвиток: 500 000 грн.

Очікуваний річний додатковий прибуток: 600 000 грн.

Сума чистого прибутку: 100 000 грн.

$$D = \frac{600\,000 - 500\,000}{500\,000} * 100\% = 20\%$$

Заходи є доцільними, оскільки доцільність становить 20%.

2. Навчання працівників:

Середньорічні витрати на навчання: 50 000 грн.

Очікуваний прибуток від оптимізації робочих процесів: 30 000 грн.

Сума чистого прибутку: -20 000 грн.

$$D = \frac{30\,000 - 50\,000}{50\,000} * 100\% = -40\%$$

Заходи не є доцільними, оскільки вони призводять до втрат у розмірі 40%.

3. Встановлення систем моніторингу:

Витрати на систему моніторингу: 50 000 грн.

Збережена витрата на штрафи чи ризик: 15 000 грн.

Сума чистого прибутку: -35 000 грн.

$$D = \frac{15\,000 - 50\,000}{50\,000} * 100\% = -70\%$$

Заходи не є доцільними, оскільки вони призводять до втрат у розмірі 70%.

4. Дотримання екологічних стандартів:

Витрати на дотримання стандартів: 40 000 грн.

Витрати на можливі штрафи та ризики: 5 000 грн.

Сума чистого прибутку: -35 000 грн.

$$D = \frac{5\,000 - 40\,000}{40\,000} * 100\% = -87,5\%$$

Заходи не є доцільними, оскільки вони призводять до втрат у розмірі 87,5%.

5. Збереження біорізноманітності та охорона екосистем:

Витрати на збереження біорізноманітності: 60 000 грн.

Можлива вигода від зменшення втрат біорізноманітності: 25 000 грн.

Сума чистого прибутку: -35 000 грн.

$$D = \frac{25\,000 - 60\,000}{60\,000} * 100\% = -58,33\%$$

Заходи не є доцільними, оскільки вони призводять до втрат у розмірі 40%.

6. Пожежні заходи та безпека працівників:

Витрати на пожежні заходи та безпеку: 35 000 грн.

Зменшення ризику лісових пожеж і можливі шкоди: 40 000 грн.

Сума чистого прибутку: 10 000 грн.

$$D = \frac{40\,000 - 35\,000}{35\,000} * 100\% = 14,29\%$$

Заходи є доцільними, оскільки доцільність становить 14.29%.

Відтак, бачимо, що більшість із запропонованих заходів є економічно недоцільними для ДП «ХЛДГ». Проте, тут слід звертати увагу на екологічно-лісівничу доцільність, описану в попередньому розділі. Далі проведемо

розрахунки доцільності заміни дизельного пального на біопальне для кожного з використовуваних трелювальних тракторів: John Deere 948L, Tigercat 1075B і Ponsse Buffalo.

7. Використання екологічно чистих палив:

Для розрахунку витрат на пальне для трелювальних тракторів John Deere 948L, Tigercat 1075B і Ponsse Buffalo, які працюють в середньому 8 годин на день, спершу нам потрібно знати витрати пального цих тракторів за годину роботи. Припустимо, що витрати пального для кожного трактора на годину складають: John Deere 948L (дизельне пальне): 15 л/год; Tigercat 1075B (дизельне пальне): 18 л/год; Ponsse Buffalo (дизельне пальне): 20 л/год.

Для розрахунку витрат пального на день вам потрібно помножити витрати пального на годину на кількість годин роботи. Отримаємо наступні значення:

John Deere 948L: $15 \text{ л/год} * 8 \text{ год} = 120 \text{ л/день}$;

Tigercat 1075B: $18 \text{ л/год} * 8 \text{ год} = 144 \text{ л/день}$;

Ponsse Buffalo: $20 \text{ л/год} * 8 \text{ год} = 160 \text{ л/день}$.

Тепер, знаючи витрати пального на день для кожного трактора, ми можемо розрахувати загальні витрати на пальне за день, тиждень, місяць і так далі. Вартість пального буде залежати від ціни на пальне. Наприклад, якщо ціна на дизель в Україні на день написання роботи (16.10.2023) становить 55,67 гривень за літр [20], то загальні витрати на пальне можемо розрахувати, помноживши витрати пального на літр на кількість літрів:

John Deere 948L (дизельне пальне): $120 \text{ л/день} * 55,67 \text{ грн/л} = 6\,680,4 \text{ грн/день}$;

Tigercat 1075B (дизельне пальне): $144 \text{ л/день} * 55,67 \text{ грн/л} = 8\,016,48 \text{ грн/день}$;

Ponsse Buffalo (дизельне пальне): $160 \text{ л/день} * 55,67 \text{ грн/л} = 8\,907,2 \text{ грн/день}$.

Для приблизних розрахунків витрат на біопаливо для трелювальних тракторів John Deere 948L, Tigercat 1075B та Ponsse Buffalo, спершу нам

потрібно визначити витрати біопалива на годину роботи. Припустимо, що витрати біопалива на годину роботи складають: John Deere 948L (біопаливо): 12 л/год; Tigercat 1075B (біопаливо): 15 л/год; Ponsse Buffalo (біопаливо): 14 л/год.

Далі ми можемо розрахувати витрати біопалива на день для кожного трактора, помноживши витрати біопалива на годину на кількість годин роботи (8 годин):

John Deere 948L (біопаливо): $12 \text{ л/год} * 8 \text{ год} = 96 \text{ л/день}$;

Tigercat 1075B (біопаливо): $15 \text{ л/год} * 8 \text{ год} = 120 \text{ л/день}$;

Ponsse Buffalo (біопаливо): $14 \text{ л/год} * 8 \text{ год} = 112 \text{ л/день}$.

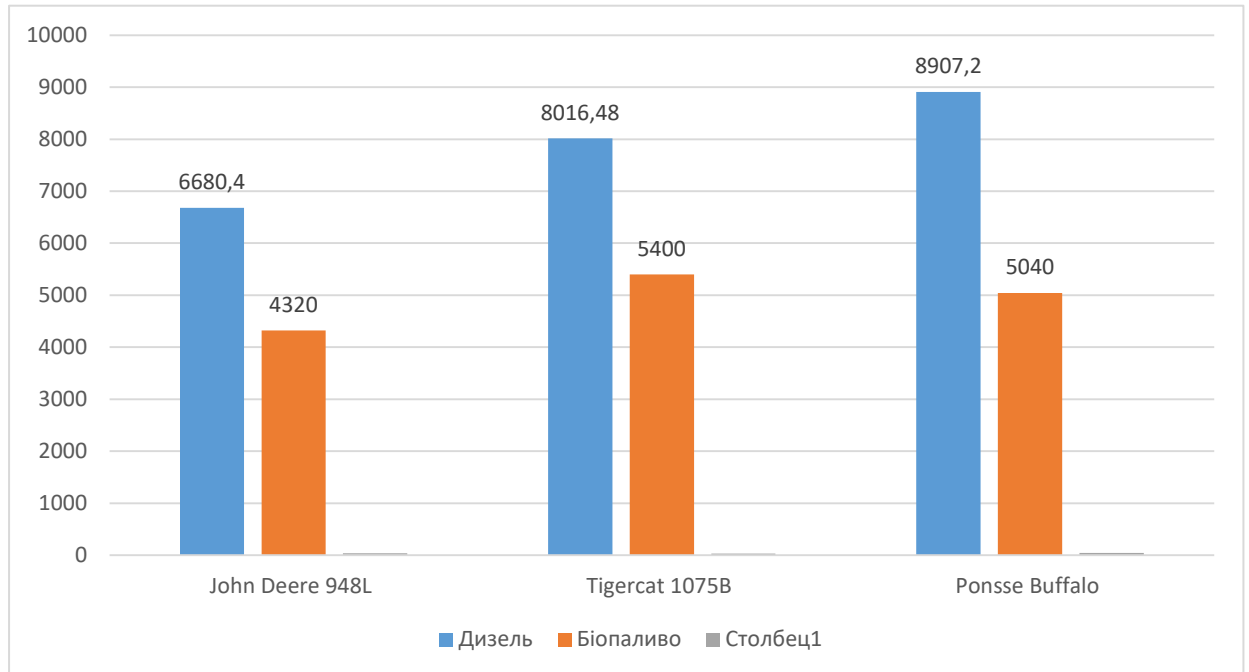
Наступним кроком можна розрахувати загальні витрати на біопалива за день. Слід зазначити, що в Україні досі погано налагоджений ринок біопалива, але в останні роки АПК активно працює над цим питанням. Сьогодні в Україні налічується близько 14 сертифікованих заводів з виробництва біопалива [21].

Припустимо, що ціна на біопаливо становитиме 45 гривень за літр [21]. Тоді, загальні витрати можна розрахувати, помноживши витрати на біопаливо за літр на кількість літрів:

John Deere 948L (біопаливо): $96 \text{ л/день} * 45 \text{ грн/л} = 4\,320 \text{ грн/день}$

Tigercat 1075B (біопаливо): $120 \text{ л/день} * 45 \text{ грн/л} = 5\,400 \text{ грн/день}$

Ponsse Buffalo (біопаливо): $112 \text{ л/день} * 45 \text{ грн/л} = 5\,040 \text{ грн/день}$



Наочне відображення економії для ДП «ХЛДГ» відображено на рис. 4.1.

Рис. 4.1. Порівняння вартості одного дня роботи трелювальних тракторів на ДП «ХЛДГ» на різних видах палива, грн.

Таким чином, можна зробити висновок, що пропозицією, яка показує як екологічну, так і економічну доцільність є зниження впливу на довкілля шляхом використання біо-дизельного пального або інших екологічно чистих альтернатив. З інших розглянутих заходів економічну доцільність показали інвестування в дослідження та розвиток ДП «ХЛДГ» та зміцнення протипожежних заходів та безпеки працівників.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Дослідження впливу трелювальних тракторів на ДП «ХЛДГ» та написання даної роботи дозволяє виокремити наступні висновки та пропозиції:

1. Дослідження проводились на базі ДП «ХЛДГ» - це філія великого державного підприємства «Ліси України», що займається лісовим господарством, вирощуванням дерев, продажем деревини та іншою діяльністю, пов'язаною з лісовими ресурсами. У віданні державного підприємства «Хустське лісове дослідне господарство» – ліси Нижньо-Бистрянського, Березівського, Монастирецького, Драгівського, Хустського, Велятинського і Вишківського лісництв. Загальна площа ДП «Хустське ЛДГ» – 31406 га. Ліси ДП «ХЛДГ» розташовані в гірському регіоні, рельєф варіюється від середньогірського до високогірського. Деревина, такі як бук,

гірський тис, граб, дуб, смерека, ялиця, домінують в цих лісах. Наявні також численні види рослин і тварин.

2. На основі міжнародних методик EIA та SFM було сформульовано власну методику проведення досліджень: дослідження забруднення повітря трелювальними тракторами; дослідження впливу трелювальних тракторів на ґрунт; дослідження впливу трелювальних тракторів на втрати біорізноманітності; мінімізація впливу трелювальних тракторів на лісове середовище підприємства.

3. Було визначено, що ДП «ХЛДГ» використовують три основні моделі трелювальних тракторів: John Deere 948L, Tigercat 1075B, Ponsse Buffalo. Оцінка впливу цих трелювальних тракторів на забруднення повітря показала, що трактор John Deere 948L має найнижчі викиди NO_x (15 г/тонну) та SO_x (3 г/тонну), але високі викиди CO (30 г/тонну). Трелювальний трактор Tigercat 1075B має середні значення NO_x (18 г/тонну) та SO_x (6 г/тонну), але найнижчий викид CO (24 г/тонну) серед усіх трьох тракторів. Трелювальний трактор Ponsse Buffalo має високі викиди NO_x (18.67 г/тонну) та SO_x (5 г/тонну), але середні значення CO (24 г/тонну). Концентрації NO_x та SO_x у повітрі для всіх трьох тракторів перевищують викиди CO. Отримані дані свідчать про можливе забруднення лісового середовища ДП «ХЛДГ».

4. Найбільш негативний вплив на ґрунт ДП «ХЛДГ» спричиняється шляхом його ущільнення. Дослідження показали, що на лісових ділянках, які були оброблені трелювальними тракторами John Deere 948L (колісний) та Ponsse Buffalo (колісний), мережа трелювальних колій має більшу щільність та займає приблизно на 10% більше площі, ніж на лісових ділянках, де використовуються трелювальні трактори моделі Tigercat 1075B (гусеничний). Причину такої різниці вбачаємо в гірській місцевості та наявності схилів, на яких можна використовувати колісні трактори, і вимогою створювати більше трелювальних колій. Площа трелювального шляху Tigercat 1075B найбільша, проте різниця між усіма трьома тракторами невелика. Трелювальний трактор Tigercat 1075B має найвищий обсяг ерозії ґрунту для лісової ділянки, що

може призвести до більш серйозної деградації ґрунту і лісового середовища вже через 5-10 років.

5. Оцінка можливих втрат біорізноманітності показала, що трелювальні трактори у довготривалому періоді впливу викликають зменшення чисельності букових видів; втрату житлового середовища для видів, які асоціюються із дубами (дуб звичайний та дуб скельний); зниження видового різноманіття через домінування бука (інші види мають обмежені можливості для росту та розвитку); зміну структури лісу через надмірну вирубку дерев; зменшення доступу до ресурсів для інших порід. В результаті зроблено висновок про необхідність побудови лісівничої стратегії, яка забезпечить баланс між вирубкою та відновленням.

6. Було розроблено заходи мінімізації впливу трелювальних тракторів на лісове середовище ДП «ХЛДГ». Ці заходи було представлено у вигляді максимізації можливостей та мінімізації загроз, а саме інвестування в дослідження та розвиток для поліпшення ефективності та продуктивності трелювальних тракторів; навчання працівників управління та обслуговування трелювальних тракторів для оптимізації робочих процесів; розгляд варіантів зниження впливу на довкілля шляхом використання біо-дизельного пального або інших екологічно чистих альтернатив; встановлення систем моніторингу для відслідковування викидів та забруднення навколишнього середовища, щоб запобігти екологічним штрафам; дотримання всіх екологічних законів та стандартів для уникнення штрафів та забезпечення сталих екологічних практик; розробка та виконання планів збереження біорізноманітності; запровадження строгих пожежних заходів та вимог для зменшення ризику лісових пожеж.

7. Аналіз економічної ефективності розроблених заходів показав, що більшість із запропонованих заходів є економічно недоцільними для ДП «ХЛДГ». Пропозицією, яка показує як екологічну, так і економічну доцільність є зниження впливу на довкілля шляхом використання біо-дизельного пального або інших екологічно чистих альтернатив. Розрахунки

показали, що при використанні біо-дизельного пального ДП «ХЛДГ» має змогу отримати економічну вигоду 35,33% для трелювального трактору John Deere 948L, 32,64% для трелювального трактору Tigercat 1075B і 43,42% для трелювального трактору Ponsse Buffalo. З інших розглянутих заходів економічну доцільність показали інвестування в дослідження та розвиток ДП «ХЛДГ» та зміцнення протипожежних заходів та безпеки працівників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бегей М. Державне лісогосподарське підприємство як суб'єкт господарювання та об'єкт системи економічної безпеки. Ефективна економіка. 2017. № 5. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5606#:~:text=Роль%20лісового%20господарства%20у%20життєдіяльності,її%20потреб%20у%20рекреації%20тощо.](http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5606#:~:text=Роль%20лісового%20господарства%20у%20життєдіяльності,її%20потреб%20у%20рекреації%20тощо.(дата%20звернення%3A%2010.10.2023).) (дата звернення: 10.10.2023).
2. Герасимчук Л. О., Літвін А. В., Панкратова В. О. Оцінка впливу на довкілля діяльності підприємств лісового господарства. Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку: збірник матеріалів V Міжнар. наук.-практ. конф. (27-28 жовтня 2022, м. Херсон, Україна). С. 74–76.

3. Головна | Хустське лісове дослідне господарство. Хустське лісове дослідне господарство. URL: <https://khust-ldg.za.ua.com/> (дата звернення: 15.10.2023).
4. Доповідь про стан навколишнього природного середовища Закарпатської області. Ужгород : Закарпатська ОДА. Департамент екології та природ. ресурсів, 2022. 146 с.
5. Дослідження впливу гусеничних та колісних трелювальних тракторів на лісове середовище в умовах сколівських бескидів / Н. Библиук та ін. Національний вісник НЛТУ України. 2016. № 26.1. С. 196–203.
6. Єрофеев М. І. Сфера застосування оцінки впливу на довкілля: правовий аспект. Вісник Луганського державного університету внутрішніх справ імені Е.О. Дідоренка. 2021. №1(93). С. 213–232.
7. Іванович М. Про ознаки системної деградації лісогосподарського виробництва. Лісівник України. URL: <https://www.forester.org.ua/pro-oznaky-systemnoyi-degradatsiyi-lisogospodarskogo-vyrobnytstva/> (дата звернення: 10.10.2023).
8. Коржов В., Кудра В. Екологізація первинного транспортування деревини у гірських лісах. Ліс та лісова техніка. 2021. № 2. С. 60–63.
9. Коржов В.Л., Кудра В.С. Основні аспекти впливу трелювальних волоків на лісове середовище. Сучасні підходи до виробництва та технологічних процесів, видавнича та будівельна справа: матеріали І міжнародної спеціалізованої наукової конференції, м. Полтава, 30 квітня 2021 р. /Міжнародний центр наукових досліджень. – Вінниця: Європейська наукова платформа, 2021. С.16-19.
10. Кудра В. Пошкодження ґрунту на гірських лісозаготівлях як фактор впливу на лісове середовище. Лісівництво і агролісомеліорація. 2008. № 114. С. 115–119.
11. Лісівництво: навч. посіб. для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 205 «Лісове господарство» / уклад. В.М. Хрик, І.В. Кімейчук. Біла Церква, 2021. 444 с.

12. Основи організації і проектування технологчного процесу лісозаготівельних робіт. URL:

https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/26_02_2023_ГОТОВЕ%20%20копія/other/tema_12.pdf (дата звернення: 10.10.2023).

13. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць.

Офіційний вебпортал парламенту України. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text> (дата звернення: 10.10.2023).

14. Продаж трелювальних тракторів. URL:

<https://www.agriaffaires.com.ua/вживаний/трелювальник/44125971/john-deere-548d.html> (дата звернення: 10.10.2023).

15. Рекомендації з удосконалення технології лісозаготівлі при різних способах рубок в гірських лісах Українських Карпат. /Коржов В.Л., Кудра В.С., Кузик П.М., Тимчук Б.І., Кокоць С.Ю., Пукман В.В., Стиранівський Ю.О. Івано-Франківськ: Просвіта, 2017. 52 с.

16. Селінний М. М., Корма О. М., Лісове господарство України: сучасний стан та перспективи розвитку. Modern Economics. 2019. № 17. С. 211–217.

17. Стале ведення лісового господарства – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – офіційний сайт. URL:

<https://mepr.gov.ua/diyalnist/reformy/stale-vedennya-lisovogo-gospodarstva/> (дата звернення: 10.10.2023).

18. Філії ДП "Ліси України". ДП "Ліси України". URL: <https://e-forest.gov.ua/struktura/filii-dp-lisy-ukrainy/> (дата звернення: 15.10.2023).

19. Функції лісу та лісників. Правда про ліс. URL: https://lvivlis.gov.ua/upload/users_files/1/upload/broshura-watermark_new.pdf (дата звернення: 10.10.2023).

20. Ціни на дизельне паливо в Україні. Ставки, індекси, тарифи. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/fuel/dt/> (дата звернення: 16.10.2023).
21. Як налагодити виробництво біодизеля на своєму підприємстві. Latifundist.com. URL: <https://latifundist.com/cards/64-biodizel-z-ripaku-yak-vigotoviti-plyusi-minusi-ta-tsina-pitannya> (дата звернення: 16.10.2023).
22. Cambi M., Certini G., Fabiano F., Foderi C., Laschi A., Picchio R. Impact of wheeled and tracked tractors on soil physical properties in a mixed conifer stand. iForest - Biogeosciences and Forestry. URL: <https://iforest.sisef.org/contents/?id=ifor1382-008> (date of access: 10.10.2023).
23. Picchio R., Mederski P. S., Tavankar F. How and how much, do harvesting activities affect forest soil, regeneration and stands?. Forest engineering. 2020. No. 6.
24. Productivity analysis and costs of wheel cable skidder during salvage logging in European beech stand / S. Stoilov et al. Journal of agricultural engineering. 2023.
25. Strategies to mitigate the effects of soil physical disturbances caused by forest machinery: a comprehensive review / E. R. Labelle et al. Forest engineering. 2022. No. 8. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40725-021-00155-6> (date of access: 10.10.2023).