

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет лісового і садово-паркового господарства

Кафедра лісового господарства

Денна форма навчання

Допущено до захисту

“ ” _____ 2024 р.

Зав. кафедри, к. б. наук, доцент

_____ Світлана АДАМЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
освітнього рівня «Магістр»

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО ТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ
ЛІСІВ ДП «БЕРШАДСЬКИЙ РАЙАГРОЛІС»

Виконав студент 2 курсу, групи 21м-лг
Освітньої програми «Лісове господарство»
спеціальності 205 «Лісове господарство»
Нелепа Ю.Ю.

Керівник к. с.-г. н., доцент Баюра О.М.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет лісового і садово-паркового господарства
Кафедра лісового господарства
Освітня програма «Лісове господарство»
Спеціальність 205 «Лісове господарство»

Затверджую
Зав. кафедри

_____ Світлана АДАМЕНКО
«_____» _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студенту 11м-лг групи *Нелені Юрію Юрійовичу*

1. Тема роботи: *Оцінка екологічного та енергетичного потенціалу лісів ДП «Бершадський райагроліс»*

керівник роботи *Баюра Олександр Михайлович, к. с.-г., наук, доцент*

затверджена наказом вищого навчального закладу від 18 жовтня 2024 р. № 01-06/282

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: проект організації і розвитку лісового господарства,

4. Перелік питань, які потрібно розробити: проаналізувати питання та проблеми енергетичного потенціалу лісів України; проаналізувати виробничу потужність підприємства; розрахувати об'єми заготівлі деревини при застосуванні різних рубок та енергетичний потенціал лісової біомаси; зробити економічну оцінку енергетичного потенціалу лісів.

5. Консультанти розділу роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Трус О.М. к. с.-г., наук, доцент зав. кафедри прикладної інженерії та охорони праці		

Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Вивчення літературних джерел за темою дослідження	16.10-20.11.2023	виконано
2.	Опрацювання програми та методики виконання роботи	21.11-25.12.2023	виконано
3.	Проаналізувати господарську діяльність лісництва, обсяги заготівлі деревини та їх енергетичний потенціал	1.03-15.09.2024	виконано
4.	Зробити економічну оцінку енергетичного потенціалу лісів.	16.09-10.10.2024	виконано
5.	Написання роботи	до 10.11.2024	виконано
6.	Оформлення роботи, підготовка презентації та доповіді	до 15.11.2024	виконано

Студент _____

Юрій НЕЛЕПА

Керівник роботи _____

Олександр БАЮРА

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЛІСІВ УКРАЇНИ	8
1.1. Енергетичне використання біомаси лісів України в умовах глобальних змін клімату	8
1.2. Енергетичний потенціал використання деревних відходів в Україні	13
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1. Об'єкт дослідження	23
2.2. Природно-кліматичні умови	25
2.3. Методика проведення досліджень	27
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО ТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЛІСІВ ДП «БЕРШАДСЬКИЙ РАЙАГРОЛІС»	29
3.1. Виробнича потужність підприємства	29
3.2. Об'єми заготівлі деревини при застосуванні різних рубок	32
3.3. Енергетичний потенціал лісової біомаси	35
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЛІСІВ БЕРШАДСЬКОГО РАЙАГРОЛІСУ	41
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	43
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
ДОДАТКИ	52

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг. Кваліфікаційну роботу викладено на 53 сторінках комп'ютерного тексту, (основний текст – 48 сторінок). Містить 12 таблиць та 2 рисунки. Складається із вступу, 5 розділів, висновків та додатків. Список використаних джерел становить 28 найменувань.

Мета роботи – провести оцінку енергетичного потенціалу лісів ДП «Бершадський райагроліс».

Отримані результати. Встановлено, що вартісний еквівалент запасів енергетичної лісової біомаси становить понад 65 млн. грн за рік, за умови розрахунку еквівалента щодо природного газу, за умови, що базова вартість 1 тис. м³ природного газу енергії становить 18000,00 грн.

При аналізі обсягу заготівлі енергетичної деревини по видах рубок без врахування ділової деревини, встановлено: отримана біомаса - 3316,3 т, її енергетичний потенціал більше 118590,89 ГДж, що в перерахунку на 1 тис. м³ газу 3560,55 тис. м³, а в перерахунку на одиницю умовного палива (о.у.п) - 4046,09 т.

ВСТУП

Актуальність роботи. Через підвищення цін на енергоносії, невпевненості у стабільності та надійності їх постачання, а також наростання проблем, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища, все більшого значення набуває необхідність впровадження в усі сфери економіки нових енергоощадних технологій і розвиток альтернативних джерел енергії, в першу чергу за рахунок зростання ролі використання біоенергетичних ресурсів відновлюваної енергетики, що в перспективі повинно зменшити значну енергетичну залежність.

Деревина є одним із найбільш доступних джерел відновлювальної енергії, насамперед для опалення паливними дровами індивідуальних житлових будинків та об'єктів соціальної інфраструктури в сільській місцевості, використання відходів деревини з метою отримання теплової енергії на деревопереробних підприємствах, виробництва деревних брикетів, пелет, деревного вугілля [7, 11]. Тому, актуальність роботи полягає у виявленні перспективних шляхів використання лісових ресурсів, зокрема відходів лісової промисловості, що дадуть змогу визначити переваги їх використання.

Мета роботи – провести оцінку енергетичного потенціалу лісів ДП «Бершадський райагроліс».

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати комплекс наукових завдань, основними з яких є:

- узагальнення і уточнення визначення сутності еколого-економічного потенціалу, розгляд його складових, що є теоретичною основою дослідження;
- аналіз методичних підходів до оцінки енергетичного потенціалу та системи економіко-енергетичних показників виробництва біопалива, що дає змогу визначити переваги використання біологічних видів пального порівняно з мінеральними;
- обґрунтування пропозицій щодо ефективного використання лісосировинних ресурсів підприємства, що сприятиме зниженню енергетичної залежності від мінеральних джерел енергії.

Об'єкт дослідження – лісові енергетичні плантації ДП «Бершадський райагроліс», відходи при рубках догляду та головного користування.

Предмет дослідження – оцінка екологічного та енергетичного потенціалу лісів ДП «Бершадський райагроліс».

Методи дослідження: лісівничо-таксаційні – для характеристики деревостанів полезахисних лісових насаджень, математико-статистичні – для обробки експериментальних матеріалів та обґрунтування вірогідності результатів; абстрактно-логічний – при окресленні мети і завдань дослідження; причинно-наслідкових зв'язків – при дослідженні системних показників для визначення та оцінки енергетичного потенціалу;

Наукова новизна одержаних результатів. До наукової новизни результатів досліджень належать обґрунтування пропозицій щодо ефективного використання лісових ресурсів, що сприятиме пониженню енергетичної залежності від природного газу.

Практичне значення одержаних результатів. Проведено науковий аналіз, зроблено оцінку та обґрунтовано еколого-економічні особливості лісів ДП «Бершадський райагроліс».

Особистий внесок. Студентом персонально зібрано та вивчено увесь аналітичний, експериментальний, та статистичний матеріал, здійснено його опрацювання. Сформульовані у кваліфікаційній роботі висновки та пропозиції виробництву належать особисто автору.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень опубліковані на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Перспективи розвитку лісового господарства (30 жовтня 2024 року).

Публікації. Результати роботи опубліковані в матеріалах Всеукраїнської науково-практичній конференції «Перспективи розвитку лісового господарства». Енергетичний потенціал лісів ДП «Бершадський райагроліс». 2024. С.139-142.

РОЗДІЛ 1

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЛІСІВ УКРАЇНИ

1.1. Енергетичне використання біомаси лісів України в умовах глобальних змін клімату

На зламі Другого та Третього тисячоліть енергопостачання та екологічна стабілізація довкілля були головними проблемами, для вирішення яких треба наукова і політична інтеграція суспільства. Ліси відіграють найважливішу роль у земному біомі.

Ліси є джерелом відновлюваних енергетичних ресурсів, а також надійні санатори і сприяють стабілізації навколишнього середовища. Вони є довготривалими генераторами кисню, депонують вуглець з атмосфери на тривалий час, запобігаючи змінам клімату. З огляду на це, енергетичний потенціал лісів потребує вивчення,

Вивчення енергетичного потенціалу лісової біомаси з метою встановлення оптимальних (екологічних, економічних та соціальних) критеріїв їх раціонального використання є актуальним завданням, яке потребує негайного наукового обґрунтування на регіональному, національному та глобальному рівнях.

Варто зазначити, що в умовах скорочення запасів викопних видів палива (вугілля, нафти та газу) розробці стратегій ресурсозбереження та технологій відновлюваної енергетики і поводження з лісовою біомасою при обґрунтуванні та реалізації енергетичних програм приділяється достатня увага з боку науковців як на міжнародному рівні, так і в Україні [25, 28].

Зі зменшенням кількості викопного палива (вугілля, нафти, газу) слід зробити акцент на розробці ресурсозберігаючих стратегій і технологій відновлюваної енергії. Науковці звернули увагу на енергетичні програми як на міжнародному рівні [25], так і в Україні [28].

За даними ФАО, Україна посідає восьме місце серед європейських країн, маючи понад 9,49 млн га земель, вкритих лісовою рослинністю, та 1,8 млрд м³

зі стовбуровим запасом, випереджаючи Польщу та Норвегію. З іншого боку, за рівнем лісистості (15,7 %) країна посідає майже останнє місце, що нижче від оптимального [24]. Лісистість в Україні неоднорідна і коливається від 3,6 % на південному сході (Запорізька область) до 50,8 % у Закарпатській області. Основними лісистими територіями в Україні є зони Полісся та Карпат, де зосереджено близько 70 % лісових ресурсів країни. Основними лісовими породами є сосна, ялина, ялиця, дуб, бук, береза, вільха та осика.

Через неоднорідність лісотипологічних та кліматичних умов росту, за своїм призначенням і відповідно до Лісового кодексу України [17], ліси держави виконують переважно екологічні функції і мають обмежене експлуатаційне значення.

За даними лісовпорядкування, середній запас стовбурної деревини зростає і складає 185 м³, а середня його зміна складає 35 млн м³ на рік [19]. Річні обсяги заготівлі деревини головного та проміжного користування за останні кілька років складають близько 10 млн м³, що засвідчує про стійкі запаси деревини у лісах.

Ці показники характеризують стовбурну деревину, не відображаючи гілля, листя, кореневу систему та підлісок. Проте останній відіграє важливу роль у формуванні біологічної продуктивності насаджень і забезпеченні більшої частини регуляційних та стабілізаційних екологічних функцій лісів. На них припадає значна частка ресурсно-енергетичного потенціалу (30–35 % загальної біологічної продуктивності).

Раціональне, енергозберігаюче та екологічно нешкідливе використання всіх складових лісопродукції вимагає об'єктивного обліку їх складових. Тому в умовах посилення екологічних проблем (глобальної зміни клімату) та енергетичної кризи треба негайно розробити алгоритм та систему математичних моделей для об'єктивної оцінки комплексу компонентів лісової біомаси як основи для розробки оптимальних стратегій сталого управління.

Експериментальні дослідження складу лісової біомаси основних лісоутворюючих порід України за спеціальними методиками розпочато близько

30 років тому науковцями лісгосподарського факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України і триває досі.

На першому етапі досліджували та моделювали лісорослинну масу як основний компонент біомаси. Комп'ютерну обробку матеріалу польових досліджень проводили за допомогою спеціально розробленого пакету прикладних програм. Опрацьовані матеріали вносили до бази даних, яка наразі містить понад 500 тимчасових пробних ділянок.

Моделювання залежностей та розробка нормативних довідкових даних виконується з використанням різних статистичних методів (ростові функції, регресійний аналіз тощо).

Розроблено математичну модель для оцінки структури біомаси лісів України у статистиці та динаміці на основі експериментальних даних, що відображає структуру біомаси лісів України в розрізі основних компонентів головних лісоутворюючих деревних порід [26]. Використовуючи дані Державного комітету статистики України, дані Державного лісового кадастру (Державного реєстру лісів) та деякі прогностичні оцінки [23], за допомогою програмного забезпечення було оцінено загальну рослинну біомасу лісів України за період 1988-2008 рр. (табл. 1.1.)

Таблиця 1

Загальна фітомаса лісів України та її динаміка

Рік обліку	Запас стов- бурової дере- вини, млн. м ³	Компоненти фітомаси, млн т (абсолютно сухий стан)					
		листки (хвоя)	деревина і кора гілок	деревина і кора стобурів	пеньки та корені	піднаметова рослинність	Разом
1988	1319,8	33,3	117,8	619,7	132,3	34,9	938,0
1996	1736,1	36,1	142,9	836,1	183,3	38,9	1237,2
2002	1765,3	36,4	146,2	848,9	218,0	44,0	1293,6
2009	1800,0	37,1	149,1	865,6	221,3	44,8	1317,9

Аналіз даних показує, що станом на 2008 рік у лісах держави накопичено 1317,9 млн. т біомаси (рисунок): 65,7 % - деревина та кора стовбурів, 16,8 % - деревина і кора гілок крони; 2,8 % - хвоя і листя, 14,8 % - коріння, 3,4 % - піднаметова рослинність. Загальний об'єм рослин за 20 років збільшився майже на 30 %. Ймовірно, що збільшення загальної біологічної продуктивності лісу більш ніж на чверть за досліджуваний період є дуже стійкою тенденцією, частково через неточності, пов'язані з особливостями методики обліку лісів 1988 року, коли таксаційні дані не оновлювалися під час лісовпорядкування.

Якщо такі темпи зростання продуктивності збережуться, українські ліси зможуть протистояти глобальним змінам клімату та слугувати відновлюваним енергетичним ресурсом.

Разом із загальною кількістю рослинної маси за допомогою спеціальних коефіцієнтів перерахунку [27] розраховується вуглець, накопичений у біомасі, що є основою для оцінки загального вмісту енергії. Відомо, що середній вміст енергії в одній тонні вуглецю, що зберігається в біомасі, становить 35,78 ГДж. У табл. 1.2 наведені результати оцінки загального вмісту енергії в біомасі.

Таблиця 1.2

Загальний вміст енергії в біомасі лісів України

Показники	Роки			
	1988	1996	2002	2008
Запас стовбурової деревини млн. м ³	1319,8	1736,1	1765,3	1800,0
Фітомаса, млн. т	938,0	1237,2	1293,6	1317,9
Депонований вуглець, млн. т	464,5	615,7	640,8	658,9
Вміст енергії в лісовій біомасі, ПДж	16619,8	22029,7	22927,8	23575,4

Згідно з табл. 1.2, біомаса українських лісів містить 23575,4 ГДж енергії (801,6 млн. т умовного палива). За даними щорічного статистичного довідника Державного комітету статистики України [23], у 2007 році в Україні було спожито 210,7 млн. т умовного палива енергетичних матеріалів та продуктів переробки нафти. Однак, порівняння цих даних, не означає, що енергетичний

потенціал лісової біомаси України, з точки зору річного споживання традиційних видів палива, може бути використаний. Це призвело б до регіональних і навіть глобальних екологічних катастроф у вигляді дисбалансу вуглецю в атмосфері та відповідних кліматичних катаклізмів.

Використовуючи дані лісового обліку та статистичні дані щодо первинних лісових відходів (порубкові рештки, хмиз, гілля, частина фотосинтетичних фракцій, пеньки тощо) та вторинних лісових відходів (залишки та відходи деревообробних підприємств), було розраховано загальний теоретичний та технічний потенціал енергетичного використання лісової біомаси [2, 15] (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Потенціал використання лісової біомаси для біоенергії в Україні (2007 р.)

Види енергетичної сировини	Кількість деревини, млн. м ³	Теоретичний потенціал		Технічний потенціал	
		ГДж	млн. т у.п.	ГДж	млн. т у.п.
Дров'яна деревина	4,6	35,2	1,2	29,3	1,0
Первинні лісові відходи	2,9	23,4	0,8	17,6	0,6
Вторинні лісові відходи	2,1	17,6	0,6	14,6	0,5
Всього	9,6	76,2	2,6	61,5	2,1

Аналіз даних, наведених у таблиці 3, показує, що перші статистичні дані щодо кількості лісових відходів, особливо вторинних, є дуже приблизними. Відомо, що в багатолісних районах України через економічну кризу з'явилася велика кількість дрібних (іноді нелегальних) приватних лісопилок. Врахувати обсяги роботи лісопилок та відходи від лісопильних виробництв можна оцінити лише на рівні експертних оцінок. Технічний потенціал використання лісової біомаси в загальному енергоспоживанні України становить близько 0,8 %, що досить мало та його перспективи за умови економічного стимулювання та науково-технічної підтримки.

Звичайно, щорічне спалювання деревини для отримання енергії (2,1 млн тонн умовного палива) викидає в атмосферу близько 1,7 млн тонн вуглецю. Проте, за прогнозними оцінками, депонування атмосферного вуглецю в українських лісах (стовбурах дерев та кореневих системах) наразі становить близько 11 млн тонн на рік, тому немає жодних екологічних побоювань, що використання деревної біомаси в енергетичних цілях матиме значний вплив на баланс вуглецю в атмосфері, що призводить до глобальної зміни клімату.

1.2. Енергетичний потенціал використання деревних відходів в Україні

З кінця 1990-х рр. у всьому світі відбулося зростання використання деревного палива. Це було обумовлено як проблемою збільшення парникових газів в атмосфері, так і тим, що інтенсивний розвиток новітніх технологій промислових лісозаготівель призвів до збільшення споживання паливної деревини, яка у багатьох випадках вважалася бракованим лісоматеріалом. Біоенергетика на деревних відходах – одна з наймолодших і найбільш швидкозростаючих галузей української економіки. До деревної біоенергетичної галузі належать: виробництво біопалива, виробництво теплової та електричної енергії з використанням біопалива, виготовлення і постачання устаткування для виробництва та спалювання біопалива, консалтинг, інжиніринг, проектна діяльність, наукові дослідження і розробки в галузі біоенергетики, фінансування біоенергетичних проектів. У той же час, нагальною залишається проблема використання лісосічних відходів на підприємствах лісопромислового комплексу України. На окремих стадіях виробництва лісопродукції частина деревної сировини через низьку товарну цінність не використовується або втрачається у вигляді відходів. Додатковою сировиною для переробки в лісозаготівельному виробництві можуть слугувати відходи лісозаготівель і лісообробного виробництва, а також деревина, що утворюється на лісових складах при переробці деревини. Ця сировина може бути

використана для переробки в технологічну тріску та іншу цінну продукцію [1,22].

Проблеми використання відходів деревини розглянуті в наукових працях таких вчених: Н.П. Анучіна, А.П. Белаєнка, А.М. Бобка, П.В. Васильєва, М.С. Габрель [5], Г.Г. Гелетуки [9,10], А.М. Дейнеки [11] та ін. Поряд з цим, у наукових роботах зазначених авторів, публікаціях інших вчених не приділено належної уваги питанням використання деревних відходів з погляду економічних аспектів, як альтернативного забезпечення розвитку джерел енергії та з урахуванням екологічної складової, зокрема на деревообробних підприємствах.

Біоенергетика, або виробництво біопалива розглядається передусім як один із способів вирішення поточних проблем в галузях енергетики і екології. Важливим чинником, що впливає на розвиток біоенергетики, крім зниження залежності від використання традиційних джерел енергії, є одночасне вирішення інноваційних та соціальних проблем, а саме:

- екологічних – створення безвідходних виробництв, зменшення викидів парникових газів;
- енергетичних – переробка органічних відходів рослинного та тваринного походження в паливо, теплову та електричну енергію;
- агрохімічних і сільськогосподарського виробництва – випуск високоефективних кормів і добавок для тваринництва, екологічно чистих органічних добрив, підвищення врожайності, екологічної чистоти ґрунтів;
- соціальних – створення нових робочих місць, комфортних умов побуту і праці.

Біоенергетика сприяє розвитку промисловості з випуску новітньої техніки і обладнання, створення відповідної інфраструктури, вдосконаленню технологій виробництва біопалива на основі інноваційних досягнень науки і техніки, здійснюючи важливий внесок у вирішення проблеми енергетичної та екологічної безпеки країни.

За даними енергетичного балансу України за 2010 р., для отримання енергії в країні використовується близько 1,3 млн. т біомаси, що становить 0,7 % від загального постачання первинної енергії в Україні. В основному, це лушпиння соняшнику, відходи деревини та дрова для населення (табл. 1.4.) [9].

Таблиця 1.4

Споживання біомаси для виробництва енергії в Україні, 2010 р.

Вид біомаси	Обсяг споживання на рік*		% від загального
	натуральні одиниці	тис тонн у. п.	
Солома	50 тис. т	24	1,9
Відходи деревини	957 тис. т	261	20,2
Дрова (населення)	1972 тис м ³	377	29,2
Лушпиння соняшника	884 тис. т	452	35,0
Торф	339 тис. т	156	12,1
Біогаз (гній)	4516 тис. м ³	3	0,2
Біогаз із полігонів ТПВ	26192 тис. м ³	18	1,4
Всього		1291	100

Всі деревні відходи можна розділити на дві групи в залежності від їх утворення і місця розташування: лісосічні відходи та відходи лісопереробки і целюлозно-паперової промисловості. Обсяги та вплив на навколишнє середовище кожної групи відходів є різним.

Лісосічні відходи утворюються на всіх стадіях робіт від рубки лісу до відвантаження. Обсяг відходів становить близько 18 % від вивезеної стовбурної деревини. Однак в останні роки є тенденція до збільшення відходів деревини і побічних продуктів розпилювання деревини, котрі складаються з тирси, стружки, кори та лісосічних відходів (крони дерев, гілки та мертві дерева, що залишаються після остаточного вирубу, а також лісосічні відходи та хмиз з молодих лісопосадок – після їх проріджування), що стає серйозною лісовою екологічною проблемою. Тонкомірна деревина, неякісні частини стовбура,

сучки та гілки, залишені на лісосіці є джерелами розвитку хвороб лісу, збільшення популяцій шкідливих комах, істотно збільшують пожежну небезпеку. Лісові пожежі знищують величезну кількість лісових запасів, викидають в атмосферу шкідливі речовини, зменшують ареал тварин і підсилюють парниковий ефект [6, 7, 21].

Відходи лісопиляння, як правило, це кускові відходи деревини (рейки, горбилі, вирізки, торці), тирса і кора. Кількість відходів при лісопилянні становить 22-35 % від вихідної сировини без урахування кори. Слід зазначити, що вплив на навколишнє середовище цих відходів є мінімальним, за винятком кори, нагромадження якої змінює колір води (за рахунок дубильних речовин і смол) і підвищують пожежну небезпеку.

Утилізація деревних відходів, як показує досвід різних країн, є різноманітною для кожної групи відходів, але всі вони засновані на термічних та хімічних процесах. Найбільші проблеми виникають з утилізації лісосічних відходів. Це пов'язано з кількома причинами: віддаленістю відходів від місця утилізації, їх просторовим розподілом по площі і забрудненістю. Для відходів другої групи, які сконцентровані біля місць утилізації, єдиною проблемою є наявність в них вологи. Першим етапом утилізації деревних відходів (обох груп) є отримання з них тріски за допомогою подрібнювачів [15].

Найбільш перспективним напрямком подальшої утилізації для першої групи відходів є отримання рідкого палива за допомогою методу піролізу. Піроліз – це процес переробки лігноцелюлозного матеріалу без доступу повітря для отримання рідкого органічного палива – біонафти. Другий можливий напрям – це отримання горючих газів (біологічним або термічним розкладанням). Ці два напрямки утилізації вирішують наявні проблеми навколишнього середовища та енергетичних ресурсів. В даний час у багатьох країнах світу проводяться науково-дослідні роботи по впровадженню даних технологій у виробництво. Окрім того, можливо отримати етанол на основі гідролізу деревини. Однак гідролізні технології, засновані на використанні сірчаної кислоти, є екологічно шкідливими. Тому доцільно розробляти сучасні

екологічно чисті технології ефективного розкладання деревини на целюлозу (полімер глюкози) і лігнін.

Друга група відходів утилізується шляхом формування з них паливних гранул і брикетів, які використовуються для виробничих потреб лісопильних підприємств. Виробництво брикетів включає в себе 5 основних стадій: складування і підготовка сировини; його сушіння до вологості 18-19 %; виробництво брикетів; їх охолодження, упаковка і складування. Енергомісткість брикетів становить 17- 18 МДж / кг (3 м³ деревних брикетів по енергомісткості еквівалентні 1 м³ нафти). Брикети можуть застосовуватися для отримання біогазу, швидкого піролізу, виробництва метанолу, газифікації, прямого спалювання у котлах. Вони широко використовуються в країнах Європейського Союзу для вироблення теплової та електричної енергії. З одного кілограма брикетів можна отримати близько 0,6 кг біогазу (0,28 кг н.е. / кг брикетів) [15, 22].

Деревних відходів, як сировини для подальшої переробки в Україні є вдосталь, переважна її більшість донедавна висипалася в яри, залишалася в лісах чи просто спалювалася, що погіршувало екологічну ситуацію довкілля в Україні. Загалом, за даними Державного агентства лісових ресурсів України, щорічно в українських лісах залишається близько 2 млн. куб. м відходів. Проте ситуація потрохи починає покращуватися. Зростає попит на вітчизняну паливну продукцію, відповідно, з'являються нові лінії з виробництва твердого біопалива, і ці відходи, які гнили в лісах, починають використовуватися. Зокрема, тільки в 2010 р. виробництво твердого біопалива в порівнянні з 2009 р. зросло на 45-50 % і склало близько 500 тис. т. 75-80 % цих об'ємів – це тверде біопаливо з відходів деревообробної промисловості. Інші 20-25% – продукт, вироблений з відходів АПК (солома, лушпиння соняшника та ін.). Така пропорція пояснюється тим, що тверде біопаливо з відходів деревини має вищий показник теплотворності, ніж з відходів АПК [12].

Аналіз виробництва твердого біопалива за 2009-2010 рр. показує, що обсяг виробництва гранул та брикетів в Україні у 2010 р. становив 290,0 тис. т,

у 2009 р. – 263,2 тис. т. Основу виробництва створюють гранули з лушпиння і деревини, а також деревні брикети, що становлять 92 % від усього виробництва. Загалом, внутрішній ринок спожив у 2010 р. 28,4 тис. Т твердого біопалива, що становив 9,7 % від усього виробленого обсягу. Як бачимо, галузь виробництва твердого біопалива є експортно-орієнтованою, зокрема більше ніж 90 % всього виробництва гранул і брикетів були експортовані до країн ЄС. Передусім, це викликано вигідною ціновою кон'юнктурою і відсутністю внутрішнього ринку споживання [5, 13].

Зокрема, за підсумками 2009 р., підприємствами Державного агентства лісових ресурсів України було заготовлено 14,0 млн м³ деревини, з якої енергетична деревина становила 5,9 млн м³. Із зазначеного обсягу для виробництва твердого біопалива було використано до 4,0 млн м³ деревини, зокрема: неліквідна деревина – 1,7 млн м³; відходи з виробництва плит – 1,0 млн м³; дрова – 0,8 млн м³; відходи з деревооброблення – 0,5 млн м³ [5].

Раціональна утилізація деревних відходів дасть можливість знизити шкоду навколишньому середовищу, стане надійним джерелом економії коштів, отримання додаткового прибутку за рахунок реалізації нових видів продукції. Великі обсяги перероблюваної деревини тягнуть за собою очевидну проблему утилізації відходів від цього виду промисловості. Отже, деревина – найбільш ефективне джерело енергії (крім природного газу) для отримання тепла, одночасно вона є найбільш екологічно чистим продуктом для ТЕС.

Найтехнологічніший вид твердого біопалива – паливні брикети. Це глибоко перероблений і екологічно чистий вид палива. Виробляти їх можна з різних видів біомаси, їм властива достатня енергетична цінність і відмінні фізичні властивості, що дозволяють ефективно подрібнювати і пресувати матеріал. Найпоширенішими видами сировини для виробництва твердого біопалива є:

– деревина (відходи лісозаготівлі, лісопиляння і деревообробки);

– відходи сільськогосподарського виробництва (лушпиння соняшнику, лушпиння гречки, проса і т.д., солома, очерет, підстилка домашніх тварин і птахів); торф; тверді побутові відходи; осад стічних вод.

У регіонах з розвинутим лісопромисловим комплексом у якості сировини для виробництва гранул та брикетів в основному використовують деревні відходи і неділову деревину. У регіонах з розвиненим рослинництвом виготовляють паливні гранули та брикети з відходів переробки рослин: соломи, лушпиння соняшнику, зерновідходів. Тваринницькі підприємства розглядають в якості сировини використану «підстилку» для тварин і птахів (частіше тирсу, перемішані з послідом) [7, 15, 16]..

На сьогодні брикети є одним з найбільш екологічних видів палива. Вони досить давно і широко використовуються в європейських державах. Паливні брикети відрізняються один від одного складом композитів, щільністю, міцністю, кольором забарвлення і, відповідно, теплотою згоряння. Це, як правило, висушена і спресована сировина у формі циліндрів діаметром 6, 8, 10 мм і довжиною 5-40 мм і яка має низку цінних властивостей (енергетичних, екологічних) і є певним вирішенням сучасних проблем альтернативного енергозабезпечення.

У порівнянні з традиційними видами палива брикети з деревних відходів володіють низкою переваг: екологічна чистота; доступність; висока теплотворна здатність; низький вміст золи, шкідливих речовин; можливість повної автоматизації процесу спалювання; відновлення вихідної сировини; можливість вторинного використання відходів (золи в якості добрива).

Широке поширення в усьому світі деревних гранул, як пічного палива, одержало завдяки особливостям процесу згоряння. Кількість тепла (теплотворення) деревних гранул є дещо меншою в порівнянні з традиційними видами палива (вугілля, мазут, сланці тощо), але в той же час, кількість виділених шкідливих речовин при спалюванні гранул є досить незначною.

Постійно зростаюча популярність гранульованого біопалива у всьому світі обумовлена низкою беззаперечних переваг у порівнянні з вихідною сировиною:

- зменшення обсягу складів на 50% за рахунок більшої насипної ваги;
- зниження витрат на транспортування;
- горіння в котлі відбувається більш ефективно, ніж при спалюванні вихідної сировини;
- подача палива в пальник може бути досить легко автоматизована;
- пальники для гранул легко встановлюються на котли замість відпрацьованих пальників для рідкого палива, із збереженням високого рівня автоматизації [7, 11].

Технологія виробництва гранул включає ряд операцій, які можна розділити на три основні стадії: попередня підготовка сировини; отримання гранул; операції з готовими гранулами.

Вихідні матеріали для виробництва гранул суттєво різняться за розмірами частинок, насипної і питомої ваги, вологості, міцності частинок матеріалу, хімічного складу сировини. Тому для кожного виду сировини розробляється своя технологічна схема, яка може як спрощуватися, так і ускладнюватися.

Отримані деревні відходи можуть поставлятися на спеціальні підприємства, що займаються виробництвом брикетів у промислових масштабах, або можуть перероблятися на місці. У цьому випадку слід дотримуватись вимог щодо підготовки сировини: низька вологість (для зниження енерговитрат на виробництво брикетів); подрібненість, повинна бути рівномірно подрібнене на частинки приблизно однакового розміру, що значною мірою впливає на якість вихідної продукції. У невеликих грануляторах відсутня стадія підготовки сировини, що призводить до двох напрямів його використання: або використання одного постійного джерела сировини, або кожен раз, завантажуючи масу в гранулятор, перебудовуючи його режим роботи [15];

– обов’язкова оптимізація температурного режиму виробництва, оскільки натуральний лігнін не виявляє клеючих властивостей, поки маса вихідної сировини не буде нагріта до певної температури, проте слід враховувати, що висока температура може завдати шкоди устаткуванню.

Обов’язковим обладнанням для виробництва брикетів є:

1) дробильна і сушильна апаратура (в більшості випадків в мобільних брикетних пресах таке обладнання відсутнє, тому слід вибрати цю апаратуру окремо);

2) гранулятори, які внаслідок відсутності постійного наповнення вихідної сировини слід вибирати невеликих обсягів і потужності, наприклад, мобільний брикетний прес на 3-5 м³ / год вихідної сировини з виходом готової продукції – 500-700 кг;

3) брикетний котел, який може використовуватися також і для отримання біопалива, попит на яке постійно зростає [1, 11, 15].

Отже, в умовах загострення енергетичної кризи та вичерпання викопних видів палива використання деревної біомаси як енергетичного ресурсу в Україні є невиправдано низьким.

Обсяг енергетичного використання деревини в Україні не становить серйозної загрози порушення вуглецевого балансу атмосфери та погіршення екологічних параметрів внаслідок глобальної зміни клімату.

Отже, усіх точок зору – екологічної, економічної та соціальної – будівництво біопаливних заводів є вигідним і перспективним. Це забезпечить створення нових робочих місць, впровадження інноваційних проектів в рамках політики енергозбереження, поліпшення екології довкілля, і зумовить економічну вигоду, зокрема: суттєве оновлення основних виробничих фондів; підвищення ефективності енергетичних підприємств; використання високопродуктивного сучасного обладнання з ККД до 93 %; скорочення використання викопних видів палива; використання деревних відходів і низькосортної деревини; поліпшення екологічної обстановки, скорочення

викидів парникових газів; можливість залучення позабюджетних джерел фінансування за рахунок одержання квот на ринку парникових викидів; створення додаткових робочих місць при реалізації програми використання відходів, низькосортної і перестійної деревини; зниження собівартості виробництва теплової енергії; підвищення стійкості роботи енергетичних і зниження залежності від зовнішніх факторів.

РОЗДІЛ 2

ОБ’ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об’єкт дослідження

Дочірнє підприємство “Бершадський райагроліс” Вінницького обласного комунального спеціалізованого лісогосподарського підприємства “Віноблагроліс” створено згідно наказу № 96/4 від 23.06.2008р. ВОКСЛП “Віноблагроліс” “Про створення дочірнього підприємства” згідно рішення № 953 від 12.10.2005 року 23 сесії 4 скликання Вінницької обласної ради – “Про створення районних комунальних агролісогосподарських підприємств “Райагроліс” – дочірніх підприємств “Віноблагроліс”, скорочена назва ДП “Бершадський райагроліс”

ДП “Бершадський райагроліс” розташоване на територіях Бершадського та Чечельницького адміністративних районів, площа земель, яка перебуває в користуванні підприємства – 8949,6 га. Основні показники лісовпорядкування підприємства наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Показники лісовпорядкування ДП «Бершадський райагроліс»

Показники	Одиниці вимірювання	Усього
Площа лісовпорядкування	га	8949,6
Кількість кварталів	шт	123,0
Середня площа кварталу	га	72,7
Кількість таксаційних виділів	шт	1280,0
Середня площа таксаційного виділу	га	4,7
Кількість планшетів м 1:10000	шт	26,0
Закладено площадок вибіркової, виміральної, перелікової таксації і визначення санітарного стану насаджень	шт	496,0
Обстеження лісових культур	га	14,0
Організація робіт по постановці кварталних стовпів, їх нумерація	шт	237,0

Дане лісовпорядкування проведено відповідно до вимог діючої лісовпорядної інструкції, робочих правил з впорядкування лісового фонду України, рішень першої лісовпорядної наради і технічної наради за підсумками польових робіт.

Господарська діяльність спрямована на дотримання принципів безперервного, невиснажливого, раціонального використання лісових ресурсів, збереження високопродуктивних стійких насаджень, їх екологічних та інших корисних властивостей.

Ступінь забезпечення транспортними засобами становить 20%, що вказує на низький рівень механізації лісогосподарських робіт.

Виробничим фондом підприємство забезпечено не достатньо, постійними кадрами працівників забезпечений. Нестача в робітниках поновлюється за рахунок сезонних і тимчасових робітників для ведення сезонних робіт.

Лісова охорона залучається до виконання всіх лісогосподарських робіт. Ліси ДП «Бершадський райагроліс» відіграють велику природоохоронну і рекреаційну роль. Вони виконують позахисні, протиерозійні, водоохоронні, водорегулюючі, санітарно-гігієнічні і естетичні функції. Ліси і лісові смуги сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур, а також є джерелом одержання деревини для задоволення потреб підприємства, інших користувачів і населення.

Із побічних лісових користувань в підприємстві мають місце: випасання худоби, розміщення пасік, збирання ягід, грибів, лікарських рослин.

Мисливська фауна в лісах підприємства представлена козулею, кабаном, зайцем-русаком, лисицею. Полювання носить спортивно-аматорський характер.

Основна господарська роль підприємства повинна бути спрямована на збереження та збагачування лісових ресурсів при раціональному їх використанні, на підвищення захисних, водоохоронних, санітарно-гігієнічних функцій і інших корисних властивостей лісу.

2.2. Природно-кліматичні умови

Бершадський район має гарне природно-кліматичне розташування. Через усю територію з північного заходу на південний схід протікає річка Південний Буг, є велика кількість лісів, ставків, озер та маленьких річок.

За теплозабезпеченістю та режимом атмосферних опадів він відноситься до першого агрокліматичного району у межах Вінницької області. Клімат району помірно-континентальний з досить теплим літом та помірно холодною зимою.

Середньорічна температура повітря складає $+6,7^{\circ}\text{C}$, найбільш холодного місяця січня ($-6,2^{\circ}\text{C}$), а найтеплішого місяця (липня) – $(+19,1^{\circ}\text{C})$. Від цих середніх багаторічних показників в окремі роки спостерігаються відхилення. Абсолютний максимум температури досягає $(+38^{\circ}\text{C})$, мінімум – (-34°C) , що засвідчує можливість вимерзання в малосніжні зими озимих та пошкодження плодових багаторічних насаджень, а в окремі періоди сухого жаркого літаспостерігається підгоряння озимих та ярих зернових.

Тривалість безморозного періоду, досягає в середньому 160-170 днів, а вегетаційний період продовжується з другої декади квітня до третьої декади жовтня з сумою активних температур $2620-2780^{\circ}$. Цих природних факторів достатньо для вирощування районованих сільськогосподарських культур та багаторічних насаджень.

Середньорічна сума опадів складає 460 мм, але розподіл їх по місяцях року не рівномірний. Найбільша кількість опадів випадає в липні (77 мм). В посушливі роки особливо мало опадів випадає в травні, що пагубно впливає находи рослин.

Для зимового періоду характерно нестійке коливання температур та висота снігового криву, яка коливається від 10 до 22 см. Досить часто спостерігається випадання зимових опадів у вигляді дощу, що в свою чергу призводить до утворення льодяної кірки і негативного впливу на сільськогосподарські культури.

Глибина промерзання ґрунту в середньому становить 40 см. Вона

залежить не тільки від температури і глибини снігового покриву, але також від типу ґрунтів та їх механічного складу.

Відносна вологість досягає свого максимуму восени і взимку – 80-85%. Посушливих днів з відносною вологістю менше 30% в середньому за рік буває від 15 до 20, з них більшість припадає на травень.

Бершадський район відрізняється значним випаровуванням вологи, яке досягає 420-460 мм рік, а тому, незважаючи на позитивний баланс вологи, в окремі роки спостерігається посуха. Кожна пора року характерна своїми позитивними та негативними кліматичними умовами, перехід від однієї пори року до другої, як правило відбувається поступово.

Весна затяжна, нестійка, з частими змінами холодної і теплої погоди. Початком весни вважають кінець другої і початок третьої декади березня. Танення снігу, в зв'язку з наявністю великих площ лісів, відбувається повільної протяжності сніготанення в середньому становить 20-25 днів.

Літо тепле, але не спекотне, дощове. В окремі роки найбільша кількість опадів, які випали негативно впливає на сільськогосподарські культури, а разом з тим призводить до вимокання та вилягання хлібів або створюються несприятливі умови для збору врожаю. В деякі роки непоправну шкоду сільському господарству наносить град. Влітку переважають північно-західні вітри.

Перехід до осені поступовий, з частим поверненням теплої погоди. Перша половина осені, як правило, суха і тепла. Похмура, прохолодна та з дощем вона починається наприкінці жовтня. Сніг починає випадати з листопада.

Зима м'яка, похмура, з частими відлигами. Під час відлиг відбувається танення снігу, інколи до повного його зникнення. Через деякий час сніговий покрив встановлюється знову і деколи це явище може повторюватись декілька разів. Взимку переважають південно-східні вітри.

Утворення різних типів ґрунтів тісно пов'язане з умовами і факторами ґрунтоутворення. Так, на підвищених розчленованих масивах центральної

частини області під дубово-грабовими лісами сформувались опідзолені ясно-сірі та сірі лісові ґрунти.

По території центральної частини на вододільних плато, пологих схилах і давніх річкових терасах поширені темно-сірі та чорноземи опідзолені, які є результатом перемінного впливу лісової та степової рослинності.

Важливу роль у ґрунтоутворювальному процесі відіграють ґрунтоутворювальні породи, які на території району представлені переважно лісами. Тип водного живлення атмосферний, водний режим – періодично промивний [20].

2.3. Методика проведення досліджень

Вирішення поставлених питань передбачалося шляхом статистичної обробки матеріалів досліджень, роботою з нормативними документами та технологічними картами, інвентаризаційними документами, основними показниками лісовпорядкування підприємства.

Оцінка технічно досяжного енергетичного потенціалу дров, відходів рубки та переробки деревини виконується при таких припущеннях:

1. Дрова, відходи рубки та відходи деревини використовуються тільки для генерації теплоти в системах теплопостачання.
2. Теплоенергетичний потенціал оцінюється для:
 - залишків при заготівлі деревини на лісосіках;
 - відходів первинної обробки (відходи первинної переробки тільки що спиляного кругляка);
 - відходів вторинної обробки (відходи при виготовленні готової продукції);
 - дров.

Оцінка енергетичного потенціалу лісової біомаси проводилася на основі повидільної таксаційної характеристики деревостанів, звітів обсягів заготівлі деревини, а також згідно наукових методичних розробок («Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні»; «Методика узагальненої оцінки

технічно-досяжного енергетичного потенціалу біомаси»; «Основні екологічні і економічні показники різних видів біопалива») [3, 18].

Методологія проведеного дослідження ґрунтується на теоретичних і методологічних основах сучасних положень фундаментальної і галузевих наук, діалектичного методу пізнання технологічних і соціально-економічних явищ, теорії перехідної економіки, комплексного підходу до аналізу проблем ринкової трансформації суспільних відносин, чинних законодавчих і нормативно-правових актів, наукових розробок вітчизняних і зарубіжних учених з проблем трансформаційних процесів та ефективності виробництва біопалива.

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО ТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЛІСІВ ДП «БЕРШАДСЬКИЙ РАЙАГРОЛІС»

3.1. Виробнича потужність підприємства

В даний час стратегія розвитку більшості розвинених країн світу в енергетичному секторі полягає у збільшенні частки виробництва енергії з відновлюваних джерел. В даний час одним з найбільш перспективних джерел відновлюваної енергії є лісова та сільськогосподарська біомаса, яка широко використовується для виробництва електричної та теплової енергії, а також деяких видів рідкого і твердого біопалива. В ЄС біомаса є четвертим за величиною енергетичним ресурсом, забезпечуючи понад 15% енергетичних потреб.

Заміщення традиційних видів палива відновлюваними джерелами енергії наразі є нагальним завданням для українського паливно-енергетичного сектору. Одним з найбільш перспективних відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) є біомаса. Біомаса – це вуглецевмісна органічна речовина рослинного і тваринного походження (деревина, солома та інші відходи сільського господарства, гній, спеціально вирощені енергетичні культури, органічна речовина твердих побутових відходів, іноді торф). Крім твердої біомаси, для виробництва енергії використовують інші рідкі та газоподібні види палива, такі як біогаз та біодизель.

Важливою передумовою вдалого використання біомаси для енергетичних потреб є правильна оцінка її потенціалу. Існує три типи потенціалу біомаси: теоретично можливий (теоретичний), технічно доступний (технічний) та економічно доцільний (економічний).

Теоретичний потенціал – це загальна максимальна кількість наземної біомаси, теоретично доступна для виробництва енергії в межах основних біофізичних межах. Для сільськогосподарських культур, енергетичних культур та лісів теоретичний потенціал являє собою максимальну продуктивність при

теоретично оптимальному управлінні з урахуванням обмежень, пов'язаних з температурою, сонячною радіацією та опадами.

До уваги беруться обмеження, пов'язані з температурою, сонячною радіацією та опадами. У випадку різних видів відходів і залишків теоретичний потенціал дорівнює максимальному виробництву цих відходів і залишків.

Технічний потенціал – це частка теоретичного потенціалу, доступна за певних технічних і структурних умов, і поточних технічних можливостей. Крім того, враховуються просторові обмеження, зумовлені конкуренцією між різними землекористувачами, а також екологічні та інші нетехнічні обмеження.

Економічний потенціал – це частка технічного потенціалу, яка відповідає критеріям економічної доцільності за даних умов [5].

За оцінками фахівців Інституту лісового і садово-паркового господарства та садово-паркового господарства НУБіП України та Науково-технологічного центру «Біомаса», загальна кількість енергії, яку можна отримати в Україні за рахунок використання відновлюваних ресурсів біомаси, становить близько 600 ПДж на рік, або 7 % від річного споживання первинної енергії. Лісова біомаса є одним з найперспективніших джерел біоенергії [13].

Україна є енергозалежною через недостатню забезпеченість паливно-енергетичними ресурсами в країні, а деревина є одним з найдоступніших відновлюваних джерел енергії. Основними сферами застосування є опалення дровами сільських приватних будинків та об'єктів соціальної інфраструктури, використання деревних відходів для виробництва теплової енергії на деревообробних підприємствах, виробництво брикетів, пелет (паливних гранул) та деревного вугілля.

Господарська діяльність Бершадського райагролісу спрямована на дотримання принципів безперервного, невиснажливого і раціонального використання лісових ресурсів, збереження продуктивних і стійких насаджень, їх екологічних та інших корисних властивостей. Виробнича потужність підприємства представлено у табл.3.1

Таблиця 3.1

Виробнича потужність підприємства

Найменування показників	Одиниця вимірювання	Обсяги проведення лісовпорядкування на рік
Річний розмір лісокористування (ліквід) - усього	тис. м ³	4,45
в т.ч. від рубок головного користування	тис. м ³	1,57
Середній розмір лісокористування на 1 га вкритих лісовою рослинністю земель	м ³	0,85
в т.ч. по головному користуванню	м ³	0,35
Річний обсяг робіт з лісовідновлення - створення лісових культур	га	6,9
Відсоток використання лісосічних відходів	%	відходи не використовуються

Відповідно до таблиці 3.1, річний обсяг використання лісу становить 4,45 тис. м³, але не використовуються відходи, тобто 1,57 тис. м³ рубок головного користування за лісогосподарський рік, не враховуючи порубкових залишків.

Лісівничо-таксаційна оцінка енергетичного потенціалу була проведена на основі методики, запозиченої з літератури [3, 18], завдяки чому отримали кількісні параметри енергетичних потенціалів лісової біомаси.

Теоретичний потенціал – це вся лісова біомаса, яка може бути заготовлена в лісі з дотриманням усіх правових та екологічних норм і без порушення принципів сталого лісокористування, і яка може бути використана для енергетичних потреб завдяки своїм технічним характеристикам. Теоретичний потенціал також включає кількість первинних і вторинних відходів, що утворюються із заготовленої лісової біомаси.

Технічний потенціал – це частка теоретичного потенціалу, яка вважається доступною в межах існуючих техніко-структурних умов і технічних можливостей з урахуванням просторових характеристик співіснування з іншими видами землекористування та інших обмежень [13].

Енергетичний потенціал лісової біомаси з ділової деревини в Бершадському райагролісі було оцінено на основі повидільної таксаційної характеристики деревостанів та звітів про заготівлю деревини.

3.2. Об'єми заготівлі деревини при застосуванні різних рубок

Перший етап роботи включав детальний аналіз кожної ділянки, в рамках якого були розроблені певні лісогосподарські заходи (наприклад, рубки догляду, санітарні рубки, рубки головного користування).

Ці заходи були розроблені на основі таких факторів, як категорія земель, вік насаджень, домінуючі лісові породи та відносна повнота насадження, яка визначає інтенсивність рубок. Обґрунтування використання всіх вищезазначених факторів регулюється низкою нормативно-правових документів, які гарантують ведення лісового господарства в Україні. Наприклад, у 2022 році Бершадський райагроліс проводив рубки головного користування, рубки догляду та проміжні рубки.

Першим етапом наших досліджень було визначення біологічної маси деревини, що утворюється в процесі господарської діяльності Бершадського райагролісу.

Рубки головного користування проводяться з метою заготівлі деревини на стиглих і перестійних лісових площах, виходячи з принципів безперервного, невиснажливого і раціонального використання лісових ресурсів та збереження умов для відтворення продуктивних і стійких лісових масивів, їх екологічних та інших корисних властивостей. Обсяги заготівлі деревини в Бершадському райагролісі при рубках головного користування, за винятком ділової деревини, наведені в табл. 3.2.

Таким чином, обсяг деревної біомаси, заготовленої при рубках головного користування, без урахування ділової, на території господарства Бершадського райагролісу становить 1569,7 т за всіма породами.

Таблиця 3.2

**Обсяг заготівлі деревини при рубках головного користування, без
врахування ділової деревини**

Сортименти	Біомаса, т
Діловий тонкомір до 6 м	1302,0
Дрова	24,2
Дрова довжиною до 2 м	138,3
Хмиз	105,2
Всього	1569,7

Рубки догляду проводяться шляхом періодичної вирубки дерев непридатних для утримання в насадженнях, згідно з технічними картами на ділянках де заздалегідь підготовлені мережі технічних коридорів (трелювальних волоків) і транспортних доріг.

Рубки догляду включають освітлення, прочищення, проріджування та прохідні рубки. Основним методом, що використовується при рубках догляду, є комбінований метод, який поєднує в собі принципи низового та верхового догляду. Цей метод базується на поділі дерев на три категорії за їх господарсько-біологічними характеристиками: кращі (головні), допоміжні (корисні) та дерева, що підлягають рубці. У табл. 3.3 показано обсяги заготівлі деревини, в результаті рубок догляду за видами рубок.

Обсяг заготівлі деревини у 2022 році при рубках догляду в межах Бершадського райагролісу було проведено на площі 60,2 га, при якому загальна біомаса лісових рубань становила 1427,8 т.

Рубки головного користування – це виконання рубок головного користування або головних рубок. Рубки догляду за лісом також проводяться з метою створення кращих умов для росту основних деревних порід у насадженні та підвищення стійкості насадження до дії негативних факторів. Ці рубки мають виховний характер, але також дають деревину.

Таблиця 3.3

Обсяг заготівлі деревини при рубках догляду

Види рубок догляду	Площа, га	Біомаса, т
Освітлення	3,5	3,6
Прочищення	4,2	11,2
Прорідження	8,1	65,6
Прохідні	3,2	53,8
Вибірково-санітарні	38,2	1251,3
Суцільно-санітарні	3,0	42,3
Всього	60,2	1427,8

При санітарних рубках вирубують дерева, уражені хворобами та шкідниками, а також сухі дерева, які ще не втратили своїх технічних якостей. Інші рубки проводять, наприклад, коли потрібно розширити просіки, прокласти траси для будівництва доріг, ліній електропередач, газо- чи нафтопроводів, викосити сіножаті. Там, де деревостан різноманітний, можуть також проводитися комбіновані рубки. Це означає, що зріла частина деревостану розчищається головними рубками, а молода частина - якоюсь іншою формою рубок. Реконструктивні рубки проводяться в молодих насадженнях, де деякі або всі головні породи дерев були замінені другорядними. Метою таких рубок є збільшення частки цінних порід дерев у насадженні. Іноді такі рубки супроводжуються введенням у лісосіку, де проводяться рубки, цінних порід дерев.

Проміжні рубки в лісах - це періодичні рубки гірших дерев і чагарників у насадженнях з метою сприяння росту деревини кращих дерев, поліпшення складу лісу, водоохоронних і санітарно-гігієнічних функцій, а також підвищення продуктивності лісів і поліпшення їх санітарного стану.

Рубки проміжного користування – заготівля деревини, включаючи рубки догляду за лісом, вибіркові санітарні рубки, рубки, пов'язані з реконструкцією малоцінних деревостанів, та деякі інші види рубок, наприклад, суцільні санітарні рубки ялини звичайної, пошкодженої короїдом, у 19 кварталі. У табл..

3.4 показано обсяги заготовленої деревини за породами при проведенні рубок проміжного користування.

Таблиця 3.4

**Обсяг заготівлі деревини при рубках проміжного користування в
Бершадському райагролісі**

Сортименти	Біомаса, т
Дрова	256,3
Деревина довжиною до 2 м	31,3
Хмиз	31,2
Всього	318,8

Обсяг заготівлі деревини при рубках проміжного користування становив у 2022 році 318,8 т в тому числі дрова 256,3 т; деревина довжиною до 2 м 31,3 та хмиз 31,2 т.

3.3. Енергетичний потенціал лісової біомаси

В результаті розрахунків було визначено загальну кількість енергетичної лісової біомаси, яку щорічно можуть бути отримані від проведення лісогосподарської діяльності.

Аналіз даних, наведених у табл. 3.4, показує, що при оцінці теоретичного потенціалу лісової біомаси була дотримана умова, що максимальна річна заготівля не перевищує чистий річний приріст деревної біомаси. Це дасть змогу забезпечити стале використання лісових ресурсів досліджуваного підприємства.

Для розрахунку технічного енергетичного потенціалу (табл. 3.4) з бази даних певною мірою виключені лісові ділянки, які призначені для охорони біорізноманіття, водних ресурсів та ґрунтів, а також інші ділянки лісового фонду, на яких господарська діяльність обмежена відповідно до чинного законодавства.

Енергетичний потенціал розраховувався з урахуванням того, що середній

вміст енергії в одній тонні вуглецю, що зберігається в біомасі, становить 35,76 ГДж. Було враховано, що одна тонна умовного палива (т.у.п.) еквівалентна 0,88 тис. м³ природного газу або 29,31 ГДж. У цьому дослідженні виробництво біомаси з усіх видів деревини було зібрано і перераховано в енергетичні потенціали, виражені в річних ГДж, одиницях газового і паливного еквіваленту (табл. 5).

Таблиця 3.5

Обсяг заготівлі енергетичної деревини в Бершадському райагролісі по видах рубок

Види рубок	Біомаса, т	Обсяг, ГДж/рік	В перерахунку на газ, 1 тис.м³	В перерахунку на одиницю умовного палива,т
Рубки догляду	1427,8	51058,13	1532,96	1742,00
Рубки головного користування, без ділової деревини	1569,7	56132,47	1685,31	1915,13
Проміжне користування	318,8	11400,29	342,28	388,96
Всього	3316,3	118590,89	3560,55	4046,09

Біомаса, отримана у 2022 році, склала 3313,3 м³, з енергетичним потенціалом понад 118590,89 ГДж, що в перерахунку на тисячу м³ газу становить 3560,55 тис. м³, що в перерахунку на одну одиницю умовного палива (о.у.п.) становить 4046,09 т.

Площа деревини при рубках догляду в Бершадському райагролісі за 2022 рік становила 60,2 га та 150,0 га в рубках головного користування, загалом 210,2 га. За даними дослідників, на гектар залишається 50 м³ порубкового матеріалу, що можна перерахувати на площу наступним чином.

$210,2 \text{ га} \times 50 \text{ м}^3 = 10510,0 \text{ м}^3$ порубкових решток, що в перерахунку на тонни становить: $21315 \text{ м}^3 \times 0,7 = 7357,0$ тонн (за умови щільності деревини 700 кг/м³), отримуємо значення залишку деревини на лісосіках 7,357 тис. тонн.

Залишок деревини на лісосіках у 2022 році становив 7,357 тис. т, що відповідає теоретично можливому потенціалу деревної біомаси від заготівлі ліквідної деревини, яка може бути використана в енергетичних цілях (табл.3.6)

Таблиця 3.6

Обсяг заготівлі порубочних залишків

Види	Біомаса, т	Обсяг, ГДж/рік	В перерахунку на одиницю умовного палива, т
Порубочні залишки	7357,0	263086,32	8976,00

Порубочні рештки, за умови ретельного поводження з ними, можуть значно збільшити енергетичний потенціал лісів Бершадського райагролісу. Їх біомаса складає близько 7357,0 тис. т або в перерахунку на енергетичний потенціал 263086,32 ГДж рік.

Повидільний метод, який застосовувався під час виконання розрахунків, дозволяє робити довгострокові прогнози потенціалів лісової біомаси, а базовий статистичний метод дозволяє отримати національні або регіональні оцінки лише в окремі роки, за які є статистичні дані. Недоліком по видільного методу порівняно з базовим статистичним методом є те, що доступ до інформації про управління лісовим господарством та її використання є обмеженим. Енергетичний потенціал від основних видів рубок та порубочних залишків наведено на рис.3.1.

Як показано на рисунку 3.1, кількісні характеристики різних видів енергетичної лісової біомаси вказують на те, що близько 43,1 % енергетичних запасів отримують від рубок догляду (дрова, заготовлені в результаті різних видів лісгосподарської діяльності), понад 47,3 % лісової енергетичної біомаси отримують з порубкових решток, 9,6 % – з відходів проміжного використання (порубкові рештки та відходів рубок головного користування, дров'яної деревини та ялинового гілля, гілок, частини фотосинтетичної фракції, пеньки тощо).

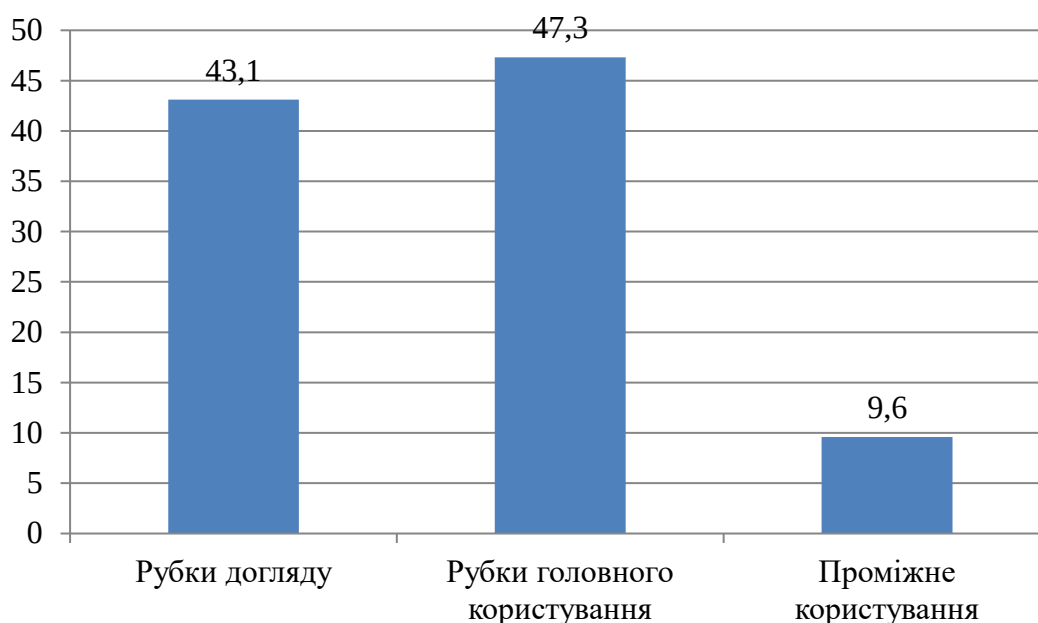


Рис.3.1. Енергетичний потенціал відходів лісової біомаси від основних видів рубок та порубочних залишків

Варто також зазначити, що, на відміну від теоретичного, для оцінки технічного потенціалу вторинних лісових відходів в ході роботи використовувалися експертні оцінки утворення окремих відходів деревообробки, що пов'язано з відсутністю достовірних документальних даних.

В Україні, де лісів мало і вони недостатньо заліснені, лісові ресурси мають велике значення, а їх залучення в економічний цикл є екологічно та соціально важливим. Сучасні технології дозволяють здійснювати багатоступеневу переробку деревини, особливо деревних відходів, які можна широко використовувати, наприклад, у виробництві паливних брикетів (пелет) (Додаток А)..

Пелети - це циліндричні пресовані вироби, виготовлені з висушених деревних відходів, таких як стружка, лісові відходи та борошно від роботи фрезерних верстатів. Український ринок біопалива все ще перебуває на ранніх стадіях свого формування. Приблизно 96 українських виробників пелет їх експортують. Наразі основними ринками збуту вітчизняних пелет є країни з високорозвиненою економікою: Польща, Чехія та Німеччина. Як відомо,

експорт є одним з основних джерел надходжень до державного бюджету і дуже важливий для економіки будь-якої країни.

Україна має багато сировини для виробництва біопалива. Запаси біопалива виражаються в мільйонах кубометрів: один гектар лісу дає 40-60 м³ відходів лісопилки. Іншими словами, з них можна виробити 5-6 тонн пелет (в середньому для виробництва 1 тонни пелет потрібно 5-7 м³ тирси). Таким чином, виробництво пелет є одним з найефективніших способів вирішення проблеми утилізації відходів лісового господарства, і зростаючий попит на них це підтверджує.

Постійне зростання цін на енергоносії в найближчому майбутньому змусить багатьох споживачів переходити на більш дешеві та екологічно чисті альтернативні види палива, а саме пелети.

Накопичення надмірних концентрацій парникових газів становить серйозну загрозу. Основними джерелами викидів вуглекислого газу є традиційні технології спалювання палива (мазут, вугілля), автомобільний, морський, повітряний та залізничний транспорт, що працює на бензині, гасі та дизельному паливі. Використання пелет вирішує як глобальні, так і локальні екологічні проблеми.

У цьому контексті немає сумнівів, що пелети мають багато екологічних переваг над іншими видами палива. А саме, при спалюванні пелет ККД може досягати 94 %, пелети перевершують вугілля за тепловими властивостями, пелети виробляються без використання хімічних фіксаторів, а їх екологічні показники поза конкуренцією (рис. 3.2). Викиди сірки дуже незначні, а викиди вуглекислого газу нижчі, ніж у інших видів палива, окрім природного газу.

Згідно з даними, представленими на рисунку 3.2, деревне паливо (переважно пелети та брикети) є безпечнішим з точки зору забруднення повітря, ніж мазут та дизельне паливо (особливо вугілля), оскільки містить невелику кількість золи та парникових газів (в основному CO₂). Використання деревного палива як енергоносія повністю відповідає положенням Кіотського протоколу щодо обмеження та скорочення викидів парникових газів.

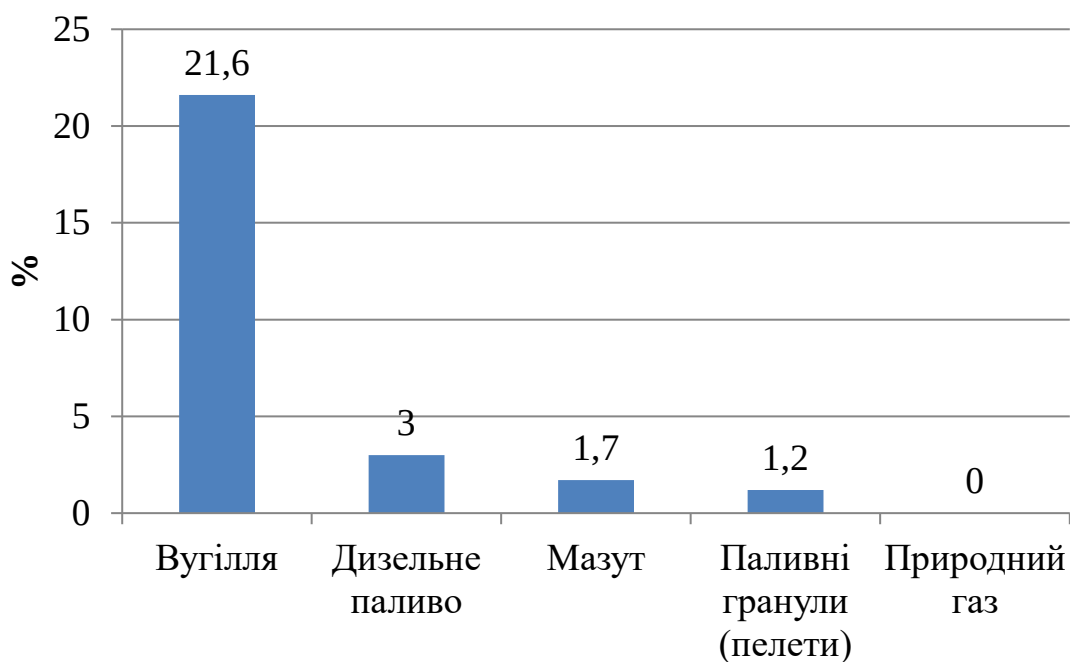


Рис. 3.2. Вміст золи у викидах при спалюванні різних видів палива, %.

Таким чином, можна зробити висновок, що деревні гранули є дуже привабливим і ефективним джерелом енергії, оскільки вони є екологічно чистим біоматеріалом, відносно дешевим і, перш за все, поновлюваним.

Отже, обсяг заготівлі деревини при рубках проміжного користування становив у 2022 році 318,8 т в тому числі дрова 256,3 т; деревина довжиною до 2 м 31,3 та хмиз 31,2 т.

Біомаса становить 3313,3 м³, з енергетичним потенціалом понад 118590,89 ГДж, що в перерахунку на тисячу м³ газу становить 3560,55 тис. м³, що в перерахунку на одну одиницю умовного палива (о.у.п.) становить 4046,09 т.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЛІСІВ

БЕРШАДСЬКОГО РАЙАГРОЛІСУ

Економічна оцінка енергетичного потенціалу лісів досліджуваного підприємства є вартісною категорією і здійснюється на основі технічного потенціалу лісової біомаси. Для цього кількісні показники енергетичного потенціалу переводяться у грошову форму через співвідношення теплотвірної здатності деревної біомаси та природного газу з урахуванням його ринкової ціни.

Так, за даними ПАТ «Вінницягаз», станом на 24 вересня 2024 року середня ціна на природний газ для установ та організацій, що фінансуються з державного та місцевих бюджетів, становила 18000,00 грн за тисячу кубометрів. Енергетичний потенціал лісів Бершадського райагролісу в грошовому еквіваленті наведена в табл.. 4

Таблиця 4

Енергетичний потенціал лісів Бершадського райагролісу в грошовому еквіваленті

Біомаса, т	Обсяг, ГДж/рік	Еквівалент природного газу 1 тис. м³ природного газу = 33,287ГДж	Ціна з 24 вересня 2024 року, тис. м³	Грошовий еквівалент, грн
3316,3	118590,89	3562,68	18000	64 128 217,74

Таким чином, провівши нескладні розрахунки було одержано вартісний вираз технічного енергетичного потенціалу лісової біомаси.

Наведені вище дані свідчать, що еквівалентна вартість запасів лісової біомаси становить близько 64 млн. грн на рік у перерахунку на природний газ.,

за умови, що базова вартість 1 тис. м³ природного газу енергії становить 18000,00 грн. Приблизно 50 % цих запасів енергетичної сировини вже використовується для енергетичних потреб, переважно як паливна деревина та відходи деревообробних виробництв. Проте, враховуючи відсоток використання лісової біомаси та повну вартість її заготівлі, до бюджету підприємства можна додати понад 20 млн. грн на рік.

Оцінимо енергетичний потенціал деревної біомаси в цілому по Бершадському району на основі наявних статистичних даних та експертних оцінок. Процедура оцінки базується на визначенні обсягу відходів та деревних залишків.

Енергетичний потенціал деревної біомаси включає три основні компоненти: відходи від заготівлі деревини на лісосіках, відходи деревообробки та дрова для опалення. У таблиці 3.6 наведено характеристики кожного компоненту енергетичного потенціалу деревної біомаси.

За оцінками фахівців навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства НУБіП України та Науково-технологічного центру «Біомаса», загальна кількість енергії, яку можна отримати з відновлюваних ресурсів біомаси в Україні, становить близько 600 ГДж на рік, або 7% від річного споживання первинної енергії. Одним з найбільш перспективних джерел для виробництва біоенергії, в цьому контексті, є залишки біомаси від лісозаготівель, які можуть бути подрібнені на дрібні шматки і перетворені на пелети.

Отже, розрахунки, зроблені в ході дослідження, показують, наскільки ефективно підприємство може використовувати лісові ресурси, отримуючи при цьому додаткові фінансові надходження на ведення лісового господарства та заміну викопного палива лісовою біомасою, зменшуючи таким чином шкідливий вплив на навколишнє середовище.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В умовах сучасного розвитку суспільства постійно відбувається зростання сфер діяльності людини, а це тягне за собою нові загрози для життя та здоров'я працівників. Отже важливим є питання соціальної обумовленості праці, адже від її рівня залежить продуктивність праці, ефективність виробництва та збереження життя та здоров'я працівників.

У лісовому господарстві охорона праці поставлена на першому місці та відіграє надзвичайно важливу роль. Особливо це пов'язане із специфікою лісгосподарської діяльності, яка включає технологічно небезпечні операції пов'язані із звалюванням, трелюванням та навантаженням деревини. Керівництво охороною праці, відповідальність за загальний стан техніки безпеки і виробничої санітарії на виробництві накладається на їх керівників і заступників. Адміністрація підприємства повинна забезпечити здорові умови і безпеку праці на виробництві. Кожен робітник повинен знати і безпосередньо виконувати правила і норми техніки безпеки і виробничої санітарії при виконанні робіт. Для забезпечення цих вимог адміністрація забезпечує навчання і проводить всі види інструктажів, а також повинна вчасно повідомити робітників і службовців про всі зміни в інструкції та нормах охорони праці і техніки безпеки.

Дотримання правил техніки безпеки і виробничої санітарії забезпечує безпеку праці людей і високу продуктивність праці робітників [8].

Проект заходів щодо покращення стану охорони праці на підприємстві повинен включати детальний аналіз правил техніки безпеки та їх безумовного додержання а також забезпечення додатковим інвентарем при проведенні лісгосподарських робіт та покращенні умов для працівників господарства. Правила техніки безпеки наведені нижче.

Правила техніки безпеки при валці дерев: Забезпечити робітників, що проводять валку, спецодягом і засобами індивідуального захисту. Допускати

до рубки дерев лише тих осіб, які ознайомлені з правилами техніки безпеки і пройшли відповідний інструктаж. Не допускається перебування сторонніх осіб на місці валки. Забороняється працювати в нетверезому стані. Перед початком роботи необхідно перевірити справність всіх інструментів.

При роботі з бензомоторними пилами необхідно: заправляти паливно-мастильними матеріалами, при непрацюючому двигуні; проводити при непрацюючому двигуні дрібний ремонт, зміну ланцюга чи його натяг, а також поворот редуктора при переході відпилення в горизонтальній товщині до пилення у вертикальній товщині; виймати затиснуту в різі шину з пильним ланцюгом після повної зупинки двигуна; при валці дерев діаметром більше 22 см. без механізованих волочних пристосувань необхідно працювати вдвох (вальщик з лісорубом).

Підпил необхідно робити з тієї сторони, в яку намічено звалити дерево. Не допускається валка дерев в темну пору доби.

При очистці повалених дерев від сучків сокирою чи бензопилою необхідно проводити обрубкування чи обрізування сучків в напрямі від комля до вершин.

Техніка безпеки при розкрязуванні: Розкрязування доцільно проводити на лісосіці. Перед початком роботи переконатися в справності бензопили і наявності допоміжних інструментів. При розкрязуванні необхідно дотримуватися всіх правил техніки безпеки при роботі з бензопилами. При розкрязуванні хлестів необхідно переходити від різу до різу з бензопилою при роботі її на малих оборотах (коли ланцюг не рухається). Не допускається розкрязовувати хлести на штабелях в пачках дерев.

У зв'язку з тим, що стан виробничої санітарії знаходиться не на належному рівні, необхідно запроектувати ряд заходів, які направлені на покращення стану виробничої санітарії: Потрібно на 100% забезпечити працівників спецодягом. Забезпечити робітників гарячею їжею і питною водою. Для цього потрібно обладнати пересувні вагончики з усім необхідним.

Забезпечити необхідну кількість потрібних медикаментів. Влаштувати

приміщення для обігріву та прийому їжі. Найбільш для цього підходять пересувні вагончики ПОУ-6. Забезпечити одягом відповідної якості. Забезпечити працівників засобами особистої гігієни. Влаштувати приміщення для прийняття робітниками душу. Забезпечити проведення медогляду для працівників.

При роботі в холодний час на відкритому повітрі необхідно влаштовувати приміщення для обігріву з температурою повітря 26 °С. при температурі -15° С необхідно влаштовувати перерви кожну годину по 10 хв. При сильному вітрі і низьких температурах роботи слід припинити.

Найбільш раціональний захист при роботі на відкритому повітрі одяг, який в повній мірі захищає від охолодження, але досить повітряпроникний і такий, що не перешкоджає випаровуванню поту (шерстяний, хутряний, ватний одяг вільного пошиття, краще багат шаровий, такий, що забезпечує надійну товщину повітряного прошарку). Проти переохолодження рук і ніг слід запроектувати одяг, який не пропускає воду. Проти переохолодження, на ноги, крім взуття, необхідно вдягати шерстяні носки, на руки рукавиці, які дозволяють вільно згинати пальці.

Валка дерев, навантаження і розвантаження відносять до важких фізичних робіт (3 категорія). Ці види діяльності вимагають витрат енергії в кількостях – 250 ккал/год, тому робітники повинні забезпечуватися гарячою їжею вище згаданої калорійності. Питна вода повинна замінюватися кожного дня і відповідати санітарним нормам. Вона повинна бути температурою від 8 до 20° С. Необхідно звернути увагу на засоби особистої гігієни. Робочим перед прийомом їжі слід мити руки милом. На кожного робочого необхідно щомісяця видавати мило. В кінці робочої зміни робочим необхідно забезпечити прийняття душу [4].

Отже, необхідно збільшити кількість постійних стендів до 3-х штук, попереджувальних аншлаків до 36 шт., місць відпочинку і куріння до 4-х штук. Всі ці заходи будуть сприяти зменшенню пожежної небезпеки на території підприємства. Пожежі на лісосіках і верхніх складах виникають

головним чином внаслідок порушення протипожежного режиму. Тому профілактичні заходи повинні бути направлені на виключення причин виникнення пожеж так і на обмеження їх розмірів. Особливу увагу слід надати протипожежним заходам на лісосіках, адже на лісосіках сконцентровано велика кількість горючих матеріалів.

При лісозаготівлі створюється велика кількість порубочних решток, які в літній період створюють небезпеку виникнення і поширення пожеж. Тому очистку місць рубок від порубочних решток слід проводити одночасно із заготівлею лісу незалежно від способу рубки і часу лісозаготівельних робіт.

ВИСНОВКИ ТА ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. При рубках головного користування, обсяги яких на рік проведення лісовпорядкування становили 1,57 тис.м³ абсолютно не задіяні порубочні залишки.

2. Обсяг заготівлі біомаси деревини при рубках головного користування без врахування ділової по всім сортиментам становить 1569,7 т.

3. Заготівля деревини при рубках догляду проведена на площі 60,2 га, при якому загальна біомаса лісових рубань становила 1427,8 т.

4. Заготівля деревини при рубках проміжного користування становить 318,8 т в тому числі дрова 256,3 т; деревина довжиною до 2 м 31,3 т, а також хмиз 31,2 т.

5. При аналізі обсягу заготівлі енергетичної деревини по видах рубок без врахування ділової деревини, встановлено: отримана біомаса - 3316,3 т, її енергетичний потенціал більше 118590,89 ГДж, що в перерахунку на 1 тис. м³ газу 3560,55 тис. м³, а в перерахунку на одиницю умовного палива (о.у.п) - 4046,09 т.

6. Кількісні характеристики різних видів енергетичної лісової біомаси засвідчують, що близько 81% енергетичних запасів отримуємо під час проведення рубок догляду (дров'яна деревина, що заготовлюється під час проведення різних лісогосподарських заходів), понад 47,3 % лісової енергетичної біомаси становлять порубочні залишки і 9,6% відходи проміжного користування.

7. Вартісний еквівалент запасів енергетичної лісової біомаси становить понад 65 млн. грн., за рік., у перерахунку на природний газ., за умови, що базова вартість 1 тис. м³ природного газу енергії становить 18000,00 грн.

В результаті оцінки екологічного та енергетичного потенціалу лісів ДП «Бершадський райагроліс» встановлено, що не в повному обсязі використовуються порубочні залишки при проведенні лісогосподарських робіт, тому пропонуємо:

Використовувати лісосировинні ресурси підприємства (у першу чергу відходи), що дозволить отримати додаткові фінансові надходження для ведення лісового господарства.

Замінити фізично та морально застаріле обладнання, приділяти більше уваги розробкам ефективних технологій що спрямовані на раціональне використання відходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко Т.В., Тренчанський М.В. Використання деревної біомаси в Україні та Словаччині. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Вип. 24.3. С. 139-147.
2. Васи́лишин Р.Д., Лакида П.І., Шевчук О.В., Мельник О.М., Васи́лишин О.М., Юрчук Ю.М. Енергетичний потенціал деревної біомаси у лісах Українського Полісся. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2018. Вип. 288. С. 27-34.
3. Васи́лишин Р.Д., Шевчук О.В., Слюсарчук В.В., Юрчук Ю.М. Методичні особливості оцінювання енергетичного потенціалу біомаси лісопромислових деревних відходів. Київ, 2017. Вип. 266. С. 38-45.
4. Войналович О.В. Охорона праці у лісовому господарстві. 2019. 570 с.
5. Габрель М.С. Виробництво твердого біопалива в Україні: стан та перспективи розвитку. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Вип. 21.9. С. 126-131.
6. Гайда С.В. Розроблення технології виробництва паливних гранул на основі енергетичного потенціалу вживаної деревини. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.14. С. 83-93.
7. Гайда С.В. Технології та рекомендації до використання вживаної деревини в деревообробленні. *Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть: міжвід. наук.-техн. зб.* 2013. Вип. 39.1. С. 48-67.
8. Гандзюк М.П., Желібо Е.П., Халимовський М.О. Основи охорони праці. К. : Каравела, 2005. 393 с.
9. Гелету́ха Г. Біоенергетика на задвірках. Економічна правда. URL: <http://www.epravda.com.ua/columns/2013/03/20/366395/>.
10. Гелету́ха Г.Г., Железна Т.А., Жовмір М.М. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Відходи сільського господарства та деревинна біомаса. *Промислова теплотехніка*. 2010. № 5. С. 58–65.

11. Дейнека А.М. Лісове господарство: еколого–економічні засади розвитку: монографія. Київ: Знання, 2009. 350 с.
12. Державне агентство лісових ресурсів України. URL: <http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/index>.
13. Довкілля України за 2011 рік. Статистичний збірник / за ред. Н.С. Власенко, Київ: Державна служба статистики України, 2012. 96 с.
14. Ключ С.В. Визначення та прогнозування енергетичного потенціалу деревини та її відходів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. № 22.7. С. 84-91.
15. Лакида П.І., Васишин Р.Д та ін. Листяні деревостани України: фітомаса та експериментальні дані: монографія. Корсунь-Шевченківський: ФОП В. М. Гавришенко, 2017. 483 с.
16. Лакида П.І., Васишин Р.Д та ін. Хвойні деревостани України: фітомаса та експериментальні дані: монографія. Корсунь-Шевченківський: ФОП В. М. Гавришенко, 2016. 480 с.
17. Лісовий кодекс України. Київ: Деркомлісгосп України, 2006. 63 с.
18. Методика узагальненої оцінки технічно-досяжного енергетичного потенціалу біомаси. К.: Тов. «Віолпринт», 2013. 25 с.
19. Підсумки державного обліку лісів України станом на 1. 01. 1996 р. для розгляду на колегії Держкомлісгоспу. Ірпінь: ВО Укрдержліспроект, 1998. 17 с.
20. Проект організації та розвитку лісового господарства філії «Бершадський райагроліс» Вінницького обласного комунального спеціалізованого лісгосподарського підприємства «Віноблагроліс», Ірпінь – 2006. 137 с.
21. Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії: колективна монографія / за ред. О.О. Горба, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб. Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2017. 326 с.
22. Свириденко В.Е. Побічне користування лісом: навч. посіб. Київ, 2002. 240 с.

23. Статистичний щорічник України за 2007 р. Київ: Вид-во "Консультант", 2008. 572 с.
24. FAO Global Forest Assesment 2005, Main Report. FAO Forestry Paper 147. Rome, 2006. 320 p.
25. Hakkila P. Utilization of residual forest biomass. Berlin, Heidelberg etc.: Springer-Verlag, 1989. 568 p.
26. Lakida P. Forest phytomass estimation for Ukraine / WP-96-96. Laxenburg, IIASA, 1996. 75 p.
27. Matthews G. The Carbon Contens of Trees / Forestry Commission. Tech. Paper 4. Edinburgh, 1993. 21 p.
28. Weber M. Wald und Holz als Kohlenstoffspeicher / Weber M., Burschel P. // Wald. 1992. Vol. 42, N 5. S. 148-151.

ДОДАТКИ

Додаток А
Основні види біопалива



Рис. А.1 Пелети



Рис. А.2. Паливні брикети