

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
03.03. – МКР. 2100 „С” 2023.11.09. 036. ПЗ

Юрчука Костянтина Юрійовича

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ІНСТИТУТ ЛІСОВОГО І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА

УДК 630*5/.8(477.42)

ПОГОДЖЕНО
Директор ІНІ
лісового і садово-паркового
господарства
_____ Роман ВАСИЛИШИН
«__» _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Т.в.о. завідувача кафедри таксації
лісу та лісового менеджменту
_____ Віктор МИРОНЮК
«__» _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему «Енергетичний потенціал деревної біомаси у лісах філії
«Баранівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України»

Спеціальність 205 – Лісове господарство

Освітня програма «Лісове господарство»

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

к. с.-г. наук, доц.

_____ Олександр БАЛА

Керівник магістерської

кваліфікаційної роботи

д-р. с.-г. наук, проф

_____ Роман ВАСИЛИШИН

Виконав

_____ Костянтин ЮРЧУК

Київ – 2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т.в.о. завідувача кафедри таксації
лісу та лісового менеджменту

д.с.-г.н., проф. _____ Віктор МИРОНЮК
“_09_” __11__ 2023 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Юрчуку Костянтину Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 205 – Лісове господарство

Освітня програма «Лісове господарство»

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

1. Тема магістерської роботи: Енергетичний потенціал деревної біомаси у лісах філії «Баранівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», затверджена наказом ректора НУБіП України від «09» листопада 2023 року № 2100 «С»

2. Термін подання завершеної роботи на кафедру 15 листопада 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: лісівнича характеристика лісів філії «Баранівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», статистична інформація щодо спеціального використання лісових ресурсів, нормативні показники щодо енергетичної функції лісів наявних літературних джерел, наукові праці зв напрямом досліджень.

4. Перелік питань, що підлягають дослідженню:

4.1. Огляд літературних джерел щодо дослідження енергетичної функції лісів.

4.2. Методика дослідження та коротка характеристика дослідної філії.

4.3. Кількісна оцінка енергетичного потенціалу лісів філії «Баранівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України». Висновки і пропозиції.

Дата видачі завдання: _____ 09 листопада 2023 року _____

Керівник магістерської роботи

(підпис)

Роман ВАСИЛИШИН
(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Костянтин ЮРЧУК
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота містить наступні структурні елементи: вступ, три розділи, висновки, список використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 64 сторінки. Зміст роботи проілюстровано 29 таблицями і 2 рисунками. Список використаних джерел містить 50 найменувань, з них – 20 латиницею.

Перший розділ магістерської кваліфікаційної роботи «Огляд літературних джерел щодо дослідження енергетичної функції лісів» висвітлює наявних науковий доробок щодо дослідження енергетичної функції лісів, зокрема її виробничого потенціалу у вигляді енергетичної деревної біомаси у лісах. Також охоплено питання щодо сучасного стану розвитку лісової біоенергетики в Україні, зокрема різних активностей, що сприяють ширшому впровадженню відновлювальної енергетики на основі твердих видів палива деревного походження.

Другий розділ магістерської кваліфікаційної роботи «Методика дослідження та коротка характеристика дослідної філії» висвітлює стисле обґрунтування вибору об'єкту дослідження, узагальнену характеристику методів дослідження енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах філії, кліматичні умови регіону та коротку характеристику філії «Баранівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України».

Третій розділ магістерської кваліфікаційної роботи «Кількісна оцінка енергетичного потенціалу лісів філії «Баранівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України» характеризує лісівничий опис насаджень у межах ділянок вкритих лісовою рослинністю досліджуваної філії, структуру кількісних показників спеціального використання лісових ресурсів, а також кількісну оцінку енергетичного потенціалу деревної біомаси у межах лісів досліджуваної філії.

Ключові слова: біомаса, лісові ресурси, деревина, філія «Баранівське лісомисливське господарство», енергія, потенціал.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ФУНКЦІЇ ЛІСІВ	7
Висновки до 1 розділу	12
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДНОЇ ФІЛІЇ	13
2.1. Обґрунтування вибору об'єкту дослідження	13
2.2. Характеристика методів дослідження	14
2.3. Коротка характеристика дослідної філії	19
Висновки до 2 розділу	25
РОЗДІЛ 3. КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЛІСІВ ФІЛІЇ «БАРАНІВСЬКЕ ЛІСОМИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»	26
3.1. Лісівничо-таксаційна характеристика деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство»	26
3.2. Ресурсні передумови формування енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах філії «Баранівське лісомисливське господарство»	36
3.3. Енергетичний потенціал деревної біомаси та перспективи його використання	42
Висновки до 3 розділу	54
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58

ВСТУП

Деревна біомаса є одним із найперспективніших джерел відновлюваної енергії, що поєднує екологічну ефективність та доступність. Вона включає деревину, гілки, кору, тирсу та інші побічні продукти лісового та деревообробного господарств, які можуть використовуватися для виробництва тепла, електроенергії та біопалива. Завдяки своїй здатності замінювати викопні джерела енергії, деревна біомаса сприяє зменшенню викидів парникових газів і посилює енергетичну безпеку регіонів. Ця тема набуває особливого значення в контексті сучасних викликів у сфері екології та сталого розвитку.

Метою роботи є здійснення кількісної оцінки енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах філії «Баранівське лісомисливське господарство», як ресурсної основи впровадження технологій використання відновлювальних джерел енергії в умовах сучасних викликів.

Об'єктом дослідження є насадження філії «Баранівське лісомисливське господарство».

Предметом дослідження є енергетичний потенціал деревної біомаси у лісах філії «Баранівське лісомисливське господарство».

Методика роботи полягає у кількісному оцінюванні запасів деревної біомаси, яку можна заготовити у лісах філії «Баранівське лісомисливське господарство» та використати з метою отримання теплової енергії. Оцінювання здійснюється на основі аналітичного опрацювання статистичних виробничих даних, які математично поєднуються із структурними даними обсягів спеціального використання лісових ресурсів та питомими показниками енергоємності з наукових джерел кафедри таксації лісу та лісового менеджменту..

Методи дослідження. У магістерській кваліфікаційній роботі використані як загальнонаукові методи досліджень, зокрема аналіз і синтез, які використовувалися для вивчення складних явищ формування компонентів

біомаси у лісових насадженнях та процесів росту й продукування деревної продукції у різних вікових етапах їхнього розвитку. Також є спеціальні лісотаксаційні методи, що пов'язані з оцінювання обсягів біомаси та формування енергопродуктивності у процесі росту та розвитку насаджень.

Інформаційною базою дослідження була реляційна база даних ВО «Укрдержліспроєкт» «Повидільна таксаційна характеристика лісу», звітні матеріали філії «Баранівське лісомисливське господарство», наукові статті за тематикою магістерського дослідження.

Практичне значення одержаних результатів. Результати магістерської кваліфікаційної роботи є інформаційною складовою для розвитку системи використання відновлювальних джерел енергії для суспільних потреб в умовах війни та проблем з викопними енергоресурсами.

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, а також списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 64 сторінки. Зміст роботи проілюстровано 29 таблицями і 2 рисунками. Список використаних джерел містить 50 найменувань, з них – 20 латиницею.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ФУНКЦІЇ ЛІСІВ

Енергетична роль лісів є важливим елементом сталого розвитку. Завдяки раціональному використанню деревної біомаси ліси можуть допомогти зменшити вплив на клімат, забезпечити екологічно чисту енергію та підтримати енергетичну безпеку, зберігаючи при цьому свою екологічну функцію.

В сучасних наукових реаліях, дослідження енергетичної ролі лісів характерне для науковців майже з усіх континентів. Беручи до уваги виснаження існуючих запасів викопних видів палива, світові енергетичні тенденції направлені на максимізацію використання відновлювальних джерел енергії. Водночас такі тенденції притаманні як країнам із розвиненою, так і країнам із перехідною економікою [18].

Основні аспекти енергетичної ролі лісів, які регоаментують цінність її для суспільства варто виокремити наступні [18, 33, 36]:

1. Відновлюваний енергетичний ресурс: деревна біомаса є екологічно чистим і поновлюваним джерелом енергії. У порівнянні з викопним паливом, використання деревини для опалення чи виробництва електроенергії сприяє зниженню викидів парникових газів, оскільки під час спалювання деревини виділяється стільки ж CO_2 , скільки вона поглинула під час росту.

2. Джерело теплової та електричної енергії: деревина використовується як паливо в побутових печах, котлах для опалення та на біоенергетичних станціях. Лісова біомаса також слугує сировиною для виробництва біопалива другого покоління, такого як біоетанол чи біодизель.

3. Залишки лісового господарства: під час вирубки лісу та догляду за насадженнями утворюється значна кількість залишкової деревини, яка може

бути ефективно використана для енергетичних цілей, замість того щоб залишатися невикористаною.

4. Роль у місцевій енергетиці: у багатьох регіонах, особливо у сільській місцевості, ліси є основним джерелом енергії для опалення та приготування їжі. Вони забезпечують енергетичну незалежність місцевих громад і сприяють зниженню витрат на імпорт викопного палива.

5. Енергетична безпека та сталість: використання лісів для виробництва енергії підтримує енергетичну безпеку країн, сприяючи диверсифікації джерел енергії та зменшенню залежності від невідновлюваних ресурсів.

Основними викликами є ризики надмірної експлуатації лісових ресурсів, що може призвести до деградації екосистем, втрати біорізноманіття та зміни клімату. Для збереження балансу необхідно забезпечувати:

- стале управління лісами;
- впровадження енергоефективних технологій;
- лісовідновлення після експлуатації.

У дослідженнях представників Швейцарського федерального інституту лісових, снігових та ландшафтних досліджень (Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL) щорічний теоретичний потенціал біомаси у Швейцарії становить близько 209 ПДж, у тому числі 108 ПДж – за рахунок деревної біомаси [35].

Польські науковці T. Nurek, A. Gendek та K. Roman [18] здійснили аналіз фізичних та хімічних властивостей подрібнених лісових залишків *Pinus sylvestris* L. Ними на основі статистичного аналізу встановлено, що з точки зору вмісту вуглецю, азоту, сірки, кисню та золи два порівнюваних типи біомаси (лісові відходи та енергетична тріска) утворили дві окремі статистично значущі групи.

В цьому контексті енергія з відновлювальних джерел може стати вирішальною для забезпечення життєдіяльності місцевого населення. Така

ситуація спонукає до наукових досліджень щодо оцінювання енергетичних потенціалів місцевих видів енергетичних ресурсів, у тому числі й деревної біомаси [18].

Згідно прогнозу Програми розвитку ООН, для забезпечення сталого розвитку цивілізації в цілому, до 2050 року провідну роль в світовому енергозабезпеченні мають відігравати альтернативні поновлювальні джерела енергії [37].

Відновлювальні джерела енергії (ВДЕ) відіграють ключову роль у забезпеченні енергетичної безпеки, зменшенні викидів парникових газів і досягненні цілей сталого розвитку в Європі. Країни ЄС активно впроваджують політику декарбонізації та переходу до «зеленої» енергетики, що відповідає Паризькій кліматичній угоді а та Європейському зеленому курсу [2, 4, 5, 35].

Основні аспекти ролі відновлювальних джерел енергії для розвитку енергетичного сектору Європейського союзу, полягають у наступному [2, 4, 5, 12, 18, 32, 35]:

1. Зменшення залежності від викопного палива: використання відновлювальних джерел, таких як сонце, вітер, гідроенергія, геотермальна енергія та біомаса, знижує потребу в імпорті викопного палива, особливо з нестабільних регіонів. Це посилює енергетичну безпеку Європи.

2. Боротьба зі зміною клімату: відновлювальні джерела енергії сприяють скороченню викидів парникових газів, що є критично важливим для досягнення кліматичної нейтральності Європи до 2050 року. Вже сьогодні відновлювальні джерела значно зменшують вуглецевий слід енергетичного сектору.

3. Розвиток економіки: інвестиції у відновлювальні джерела енергії стимулюють інновації, створюють нові робочі місця в сфері «зеленої» енергетики та сприяють економічному зростанню. Зокрема, розвиток вітрової та сонячної енергетики створює тисячі робочих місць у будівництві, експлуатації та обслуговуванні інфраструктури.

4. Децентралізація енергетичних систем: відновлювальні джерела сприяють розвитку локальної енергетики, що знижує навантаження на великі централізовані системи та дозволяє місцевим громадам отримувати прямі вигоди від енергетичної незалежності.

5. Доступність енергії: завдяки зниженню вартості технологій, таких як сонячні панелі та вітрові турбіни, відновлювальні джерела енергії стають доступними як для великих промислових підприємств, так і для домогосподарств, що зменшує витрати на енергію.

Досягнення Європи в сфері відновлювальних джерел енергії наступні:

➤ вітрова енергетика – ЄС є лідером у використанні вітрової енергії, особливо в таких країнах, як Німеччина, Іспанія та Данія. У багатьох регіонах частка вітрової енергетики перевищує 30 % у загальному енергетичному балансі.

➤ сонячна енергетика – завдяки сприятливому клімату та підтримці урядів, сонячна енергія активно використовується в країнах Південної Європи, таких як Італія, Греція та Іспанія.

➤ гідроенергетика – традиційно є важливим джерелом енергії в гірських регіонах, таких як Швейцарія, Австрія та Норвегія.

➤ біомаса – у країнах Східної Європи та Скандинавії біомаса використовується для виробництва тепла та електроенергії, замінюючи викопне паливо.

Деревна біомаса є одним із ключових компонентів відновлюваної енергетики Європи. Вона слугує важливим джерелом тепла, електроенергії та біопалива, сприяючи декарбонізації енергетичного сектору, підвищенню енергетичної незалежності та сталого розвитку.

Використання деревної біомаси в Європі [32, 34, 38, 41, 42, 45]:

✓ Скандинавські країни: широко застосовують деревну біомасу для централізованого опалення та виробництва енергії.

- ✓ Німеччина та Австрія: активно використовують деревні пелети для опалювальних систем у домогосподарствах.
- ✓ Східна Європа: є важливим постачальником деревної біомаси для країн Західної Європи.

Водночас, надмірна експлуатація лісів може призвести до їхньої деградації, тому необхідно забезпечувати баланс між використанням і відновленням ресурсів. Подальший розвиток технологій спалювання й переробки деревної біомаси є ключовим для підвищення ефективності та зменшення викидів [32, 34, 38, 41, 42, 45].

Деревна біомаса є важливою складовою енергетичного сектору Європи, сприяючи переходу до відновлюваних джерел енергії та зменшенню впливу на клімат. Розумне управління лісовими ресурсами, впровадження нових технологій та дотримання принципів сталого розвитку допоможуть збільшити її внесок у енергетичну безпеку та екологічну стабільність регіону [32, 34, 38, 41, 42, 45].

До певного часу розвиток біоенергетики в Україні гальмувався через цінову неспроможність деревини та деревної сировини конкурувати з традиційними видами палива. Проте, передусім, це було зумовлено незначною кількістю (дефіцитом) даного продукту та складових, які б забезпечили безперервний процес виробництва на ринку. Зважаючи на досить складне економічне й енергетичне становище нашої держави упродовж кількох останніх років, питання переходу України до використання альтернативних видів енергії для забезпечення власних потреб актуалізувалося та набуло неймовірного розголосу як у наукових колах, так і серед працівників державного та приватного секторів. Такий ажіотаж цілком зрозумілий, адже запаси всієї біомаси від діяльності сільськогосподарського та лісогосподарського виробництв у державі, за виключенням ресурсів потрібних для повного забезпечення населення продукцією даних галузей (для лісогосподарського виробництва враховуються лише порубкові залишки),

біоенергетична асоціація України (БАУ) оцінює в еквіваленті 20 млрд м³ газу [5].

Висновки до 1 розділу

1. Деревна біомаса включає дрова, тріску, пелети, деревне вугілля та інші побічні продукти лісового та деревообробного господарств. Це відновлювальний ресурс, який при правильному управлінні може забезпечувати стабільне джерело енергії.

2. У багатьох країнах Європи деревна біомаса використовується для централізованого опалення, а також у домогосподарствах. Наприклад, у Скандинавії біомаса забезпечує значну частину теплової енергії в комунальному секторі.

3. Правильне управління лісами дозволяє зберігати біорізноманіття, підтримувати продуктивність екосистем і забезпечувати безперервний доступ до деревної біомаси без шкоди для природи.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДНОЇ ФІЛІЇ

2.1. Обґрунтування вибору об'єкту дослідження

Ліси Житомирської області відіграють значну роль у забезпеченні регіону відновлюваними енергетичними ресурсами. Завдяки своїй площі та багатству деревних ресурсів, Житомирщина має великий потенціал для використання лісової біомаси у виробництві теплової та електричної енергії, що сприяє сталому розвитку регіону.

Основні аспекти енергетичної ролі лісів Житомирщини полягають у наступному:

- ліси Житомирщини складаються з деревостанів сосни звичайної, дуба звичайного, берези повислої та граба звичайного. Ці деревні види мають високий енергетичний потенціал, що робить їх придатними для використання в енергетиці у вигляді дров, тріски, пелетів і брикетів;
- у багатьох сільських громадах області деревина є основним паливом для опалення приватних будинків і комунальних установ. Використання пелетів і брикетів з деревних відходів стає все популярнішим завдяки їхній енергоефективності та зручності транспортування;
- На Житомирщині активно працюють підприємства з переробки деревини та виробництва біопалива, які забезпечують не лише потреби області, але й експорт продукції в інші регіони України та за кордон;
- У контексті загальнонаціонального переходу на відновлювані джерела енергії, ліси Житомирщини стають важливим фактором зменшення залежності регіону від викопного палива;
- Лісозаготівельні відходи, такі як гілки, кора та некондиційна деревина, активно використовуються для виробництва енергії, зменшуючи обсяг відходів і забезпечуючи додатковий дохід для підприємств.

Таким чином, ключовими чинниками, які визначили лісові насадження філії «Баранівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України» за дослідний об'єкт для дослідження їхнього ресурсного потенціалу, наступні:

- важлива соціальна роль лісів у межах Баранівського громади, у тому числі й для забезпечення енергетичних ресурсних потреб місцевого населення;
- позитивний вплив використання деревної біомаси на зменшення концентрації CO₂ в атмосфері планети, що сприяє пом'якшенню наслідків глобальних кліматичних змін;
- висока забезпеченість регіону філії «Баранівське лісомисливське господарство» лісосировинними ресурсами, у тому числі й енергетичними;
- особливе значення деревної біомаси регіону для задоволення суспільних енергетичних проблем, особливо у період війни;
- відсутність системних регіональних оцінок щодо обсягів енергетичної деревної біомаси в регіоні філії «Баранівське лісомисливське господарство».

2.2. Характеристика методів дослідження

Для виконання завдань магістерської кваліфікаційної роботи, оцінювання енергетичного потенціалу деревної біомаси лісів здійснювався на двох рівнях інтегрального використання: теоретичний, технічний [4, 5, 18]:

- *теоретичний* – уся лісова біомаса букових деревостанів, яка може бути заготовлена в лісі не порушуючи принципи сталого ведення лісового господарства з дотриманням всіх правових і екологічних норм і яка за своїми технічними характеристиками може використовуватись для енергетичних потреб. Варто зазначити, що до теоретичного потенціалу відносяться також

обсяги лісосічних та лісопромислових відходів, які є похідними від заготовленої лісової біомаси [4, 5, 18].

Розрахунок теоретичного потенціалу біомаси деревостанів здійснено за наступною схемою: розрахункова лісосіка (ГК)+(фактичні обсяги заготівлі (ПК)* коефіцієнт, який показує відношення фактичної заготівлі до планової) + маса гілок (конверсійні коефіцієнти відношення маси гілок до запасу деревостану + вторинні відходи (відходи лісопереробної галузі). Розрахункова лісосіка (ГК) і фактична заготівля (ПК) корегуються в залежності від сортиментної структури заготовленої продукції [4, 5, 18].

– *технічний* – розраховується на основі теоретичного з урахуванням доступності лісової біомаси для споживача. Його розрахунок здійснюється за наступною схемою: фактична заготівля + фактична заготівля + маса гілок + лісосічні відходи (відходи на лісосіці) + лісопромислові відходи (частина відходів, які не поступають у вторинну переробку). Розрахункова лісосіка і фактична заготівля корегуються в залежності від сортиментної структури заготовленої продукції. Параметри фактичної заготівлі відображають доступність біомаси (наявність лісових доріг, наявність обладнання для використання лісової біомаси тощо) [4, 5, 18].

Потенціали деревної біомаси деревостанів можуть бути оцінені з точки зору обсягу, маси, первинної або вторинної енергії. Перевідні коефіцієнти використовуються для перетворення різних одиниць виміру (наприклад, обсяг у первинну енергію) [4, 5, 18]. Перехід на альтернативні вимірювання завжди додає невизначеність у результати дослідження і має бути реалізований з урахуванням багатьох конкретних аспектів, наприклад, виду біомаси, вологості деревини, деревних порід, стану і типу технологій біоконверсії деревини у енергію і т.д. Значення коефіцієнтів переходу і одержання більш докладної інформації про їх використання можна знайти, наприклад в (BEE 2009), (Nagauer, Ланг і ін. 2008) [4, 5, 18].

Для забезпечення мінімізації впливу на довкілля лісозаготівель, при оцінюванні потенціалу деревної біомаси, максимальний обсяг щорічних вирубок не повинен перевищувати чистий річний приріст деревної біомаси з метою забезпечення сталого використання лісів.

Стале використання деревної біомаси є ключовим елементом сучасної енергетичної політики та управління лісовими ресурсами. Це передбачає оптимальний баланс між задоволенням енергетичних потреб, збереженням екосистемних функцій лісів і їхнім довгостроковим відновленням.

Основні принципи сталого використання деревної біомаси полягають у наступному:

- використання лише тієї кількості деревини, яка не перевищує природний обсяг її відновлення;
- Забезпечення обов'язкового відновлення лісів шляхом природного чи штучного лісовідновлення;
- максимальне залучення відходів лісозаготівлі та деревообробки (гілок, кори, тирси) для енергетичних потреб;
- мінімізація спалювання залишків у лісах, щоб зберігати поживні речовини в ґрунті;
- впровадження високоефективних технологій для спалювання деревної біомаси, таких як автоматизовані пелетні котли чи когенераційні установки;
- використання технологій зберігання та переробки біомаси для мінімізації втрат енергії;
- збереження ключових лісових зон із високим рівнем біорізноманіття та екологічного значення;
- підтримка ролі лісів у збереженні кліматичного балансу, водоутриманні та захисті ґрунтів;
- пріоритетне використання біомаси для теплової енергії, де її ефективність найвища;

о забезпечення доступу до відновлюваних джерел енергії для місцевих громад.

Умова сталого використання лісових ресурсів може бути виражена формулою [4, 5, 18]:

$$NAI_{s,x,y,volume} - \left(\sum_{i=i}^n T_{i,x,y,volume} + FF_{x,y,volume} \right) \geq 0 \quad (2.1)$$

де: i - види рубок догляду – перша, друга;

$NAI_{s,x,y,volume}$ – щорічний приріст деревини в межах країни (м³/рік);

$T_{i,x,y,volume}$ - обсяг i -тих рубок догляду в країні (м³/рік);

$FF_{x,y,volume}$ - обсяг головних рубок в країні (м³/рік).

Відповідно до визначення, теоретичний потенціал стовбурної деревини дорівнює поточному приросту лісів. Проте, технічний потенціал стовбурної деревини для енергії залежить від багатьох факторів, включаючи обсяг рубок, матеріал використання деревини, екологічних, технічних та економічних факторів і т.д. [4, 5, 18].

Первинні відходи лісу (деревні відходи лісозаготівель) включають декілька видів деревної біомаси – біомаса з таких рубок догляду як освітлення та прочищення (часто все дерево), лісосічних відходів (гілки, вершини дерев і листя або хвоя) і пні. Головною особливістю лісосічних відходів є їхня низька щільність на одному гектарі в порівнянні з стовбурною деревиною. Коефіцієнт відновлення лісосічних відходів значно залежить від місцевих умов і досвіду працівників лісового господарства. Загальний потенціал первинних залишків на лісовій ділянці можна відобразити наступною залежністю [4, 5, 18]:

$$PFR_{i,x,y,volume} = PT_{i,x,y,volume} + LR_{i,x,y,volume} + S_{i,x,y,volume} \quad (2.2)$$

де: i - теоретичний чи технічний потенціал;

$PT_{i,x,y,volume}$ – потенціал деревини від рубок догляду в молодняках, (м³/рік);

$LR_{i,x,y,volume}$ – потенціал порубкових залишків від інших рубок, (м³/рік);

$S_{i,x,y,volume}$ – потенціал пеньків та коріння, (м³/рік).

З метою здійснення розрахунків потенціалу вторинних лісових відходів (відходів переробки деревини) потрібні дані про споживання деревини переробною промисловістю та про ефективність переробки деревини. Тобто, яким є відношення обсягу випущеної продукції до обсягу спожитої деревини. Теоретичний потенціал вторинних лісових відходів розраховується на основі наступної залежності [4, 5, 18]:

$$SR_{t,x,y,volume} = \sum_{i=1}^n (MW_{i,x,y,volume} \times (1 - E_i)) - USR_{x,y,volume} \quad (2.3)$$

де: $SR_{t,x,y,volume}$ – теоретичний потенціал вторинних лісових відходів у країні, (м³/рік);

i – тип лісопродукції (пиломатеріали, целюлоза, дерев'яні будівельні матеріали тощо);

$MW_{i,x,y,volume}$ – максимально можливе споживання деревини промисловістю (включно з незадіяними переробними потужностями) для виробництва i -го продукту у країні (м³/рік);

E_i – ефективність переробки для виробництва i -го продукту (0-1);

$USR_{x,y,volume}$ – обсяг вторинних лісових відходів, що використовується для виробництва товарів (наприклад, щепи, пиломатеріали і кора, які використовуються у виробництві дошки тощо), або використовуються як джерело енергії лісопереробною галуззю у країні (м³/рік).

Ефективність переробки деревини можна визначити через складання відношення обсягу відходів до обсягу спожитої деревини. Їхні значення наводяться у деяких дослідженнях, або можуть бути розраховані з використанням лісопромислової статистики щодо споживання і виробництва виробів з деревини [4, 5, 18]:

$$E = \frac{FP_{x,y,volume}}{CW_{x,y,volume}} \quad (2.4)$$

де: i – тип лісопродукції (пиломатеріали, целюлоза, дерев'яні будівельні матеріали тощо);

$FP_{x,y,volume}$ – обсяг виробленого кінцевого продукту у країні (м³/рік);

$CW_{x,y,volume}$ – обсяг деревини, що використаний для виробництва кінцевого продукту у країні (м³/рік).

Загалом, екологічні та соціальні обмеження не впливають на технічний потенціал відходів переробки деревини, економічні фактори можуть обмежити лише їхнє використання. Таким чином, технічний потенціал вторинних лісових відходів залежить лише від коефіцієнта добування [4, 5, 18]. Варто зазначити, що запропоновані методичні підходи слугують базисом для оцінювання енергетичного потенціалу (теоретичного та технічного) деревної біомаси деревостанів у межах магістерської роботи.

2.3. Коротка характеристика дослідної філії

Філія «Баранівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України» розташована у західній частині Житомирської області на території чотирьох

Коротка характеристика кліматичних умов, що мають значення для лісового господарства, приведена в табл. 1.2.

Із кліматичних факторів, що негативно впливають на ріст і розвиток лісових насаджень являються пізні весняні та ранні осінні заморозки, коливання рівня ґрунтових вод. В цілому клімат, вищезазначених лісорослинних районів досить сприятливий для успішного росту основних лісоутворюючих порід сосни звичайної, дуба звичайного, берези повислої та інших [19].

Територія підприємства за характером рельєфу являє собою відносно понижену лесово-зандрову рівнину з чергуванням незначних височин, з загальним нахилом на північний схід. Висота над рівнем моря коливається в межах 200 м.

Ліси господарства віднесені до рівнинних.

Найбільш поширені типи ґрунтів дерново-середньопідзолені супіщані, а також зустрічаються дерново-слабопідзолені піщані, дерново-глеєві, сірі опідзолені, лугові і болотні невеликими по площі ділянками.

Значний вплив на властивості дерново-опідзолених ґрунтів має їх механічний склад, який залежить від походження материнських порід. Механічний склад впливає на якість гумусу і водні властивості ґрунту.

В Кам'янобрідському лісництві переважають дерново-слабопідзолені піщані світлі і глинисто-піщані вологі ґрунти, в Баранівському і Явненському – дерново-середньопідзолені супіщані вологі. В Адамівському і Довбиському лісництвах переважають дерново-слабо і середньо-опідзолені ґрунти [19].

Територія лісомисливського господарства розташована в басейні річки Случ. Довжина річок складає 144,3 км, в які впадають струмки загальною довжиною 149,7 км.

Переважаюча більшість річок району розташування лісомисливського господарства розміщені в рівнинних умовах Полісся серед лісів, лугів, чагарників, пасовищ, що являється природним фактором захисту їх від

забруднення і обміління.

Основну кількість води ріки одержують від танення снігів. Більша частина річного стоку (біля 65 %) приходить на весну.

Район розташування лісомисливського господарства відноситься до числа сільськогосподарських районів області. Провідною галуззю народного господарства являється сільське господарство, яке направлене на вирощування зернових та технічних культур, а також м'ясо-молочне тваринництво. Крім цього, розвинуте вирощування плодово-ягідних культур і хмелю.

Промисловість району розташування підприємства характеризується підприємствами, які виробляють фарфоро-фаянсові і скляні вироби, які в даний час переживають кризу [19].

Переробкою деревини займається філія «Баранівське ЛМГ» і частково приватні підприємства в числі 48 одиниць в зоні діяльності лісомисливського господарства і 39 в Баранівському районі.

В районі розташування лісомисливського господарства веденням лісового господарства займаються 2 лісгосподарські підприємства АПК загальною площею лісових ділянок 30,1 тис. га, із них «Романівський лісгосп» АПК, площею 24,4 тис. га, «Пулинський лісгосп» АПК площею 5,7 тис. га.

Лісистість адміністративних районів, на території яких розташоване підприємство складає: Баранівський район – 37,0 %, Романівський – 32,0 %, Новоград-Волинський – 33,9 %, Пулинський – 18,4 %. Ліси на території району розташовані нерівномірно, основна площа знаходиться в східній частині району.

Лісове господарство в економіці району розташування займає провідне місце. Основні напрямки його розвитку заключаються у виконанні планових завдань по виробництву товарів народного споживання і задоволенні місцевих потреб в деревині. Лісові ресурси підприємства являються основною базою

лісозаготівельної і деревообробної промисловості, де роботою зайнята значна частина місцевого населення.

Загальна потреба районів у деревині з місцевих лісів задовольняється на 84 %, в тому числі з лісів господарства – 67 %.

Велике значення і рекреаційної ролі лісів з їх великою кисневою і фітоприроднопродуктивною потужністю, яка має властивості зменшувати або поглинати шкідливі викиди в атмосферу та інші негативні явища природи. Все це разом взяте вказує, яку велику роль відіграють ліси в зоні діяльності підприємства, господарська діяльність якого повинна бути направлена на збереження, збагачення лісових ресурсів, при раціональному їх використанні, на підвищення захисних, водоохоронних, санітарно-гігієнічних функцій лісу.

Лісистість Житомирської області наразі складає 33 % і збільшилася в порівнянні з 1949 роком на 8,1 %.

Ведення лісового господарства у межах філії «Баранівське ЛМГ» відбувається на засадах сталого розвитку, що передбачає поєднання економічних, екологічних та соціальних аспектів лісогосподарської діяльності з метою збереження, невиснажливого використання лісів та підтримування їх багатогранних функцій на довгострокову перспективу.

Як репрезентативні зразки лісових екосистем, відповідно до Критерію 6.4 Стандарту ЛОР («Репрезентативні зразки існуючих екосистем в межах ландшафту повинні зберігатися в їх природному стані з урахуванням масштабів та інтенсивності ведення лісового господарства, а також унікальності об'єктів, що потребують охорони»), становить 4839,9 га, або 12,5 % від площі вкритої лісовою рослинністю лісових ділянок. Лісогосподарські заходи на цих ділянках на наступний ревізійний період не проектувалися.

В ході проведення сертифікації лісів виділені найбільш поширені лісові екосистеми підприємства. Площа лісів, що підлягають збереженню (табл. 1.5), становить майже 5 тис. га.

Таблиця 2.1

Площа виявлених особливо цінних для збереження лісів

Категорія ОЦЗЛ	Лісництва	Площа, га
1. Лісові території, на яких виявлено осередки біорізноманіття, важливі на глобальному, національному або регіональному рівнях	Баранівське Биківське Зеремлянське Явнеське	517,8 508,7 278,3 765,2
2. Великі лісові ландшафти, значущі на глобальному, національному або регіональному рівнях	-	-
3. Лісові території, що містять рідкісні екосистеми та екосистеми під загрозою зникнення, або входять до складу таких екосистем	Баранівське	-
4. Лісові території, що забезпечують основні природно-захисні функції в критичних ситуаціях.	Баранівське Биківське Довбиське Кам'янобрідське Адамівське Зеремлянське Явнеське	515,4 149,5 374,1 142,2 257,7 241,7 300,6
5. Лісові території, що є визначальними для задоволення основних потреб місцевих громад	Баранівське Биківське Довбиське Кам'янобрідське Адамівське Зеремлянське Явнеське	168,5 26,6 11,9 249,5 166,6 75,7 87,9
6. Лісові території, що є визначальними для традиційної культурної ідентичності місцевих громад	Довбиське	2,0
Всього		4839,9

Ціллю планованої діяльності є спеціальне використання лісових ресурсів в порядку проведення рубок головного користування.

Рубки головного користування проводяться з метою заготівлі деревини у стиглих та перестійних лісових насадженнях, в основу яких покладено дотримання принципів безперервного, невиснажливого і раціонального використання лісових ресурсів, збереження умов відтворення

високопродуктивних стійких деревостанів, їх екологічних та інших корисних властивостей.

Висновки до 2 розділу

1. Філія «Баранівське лісомисливське господарство» є важливою структурною одиницею ведення лісового та мисливського господарства у межах Житомирської області;

2. Філія «Баранівське лісомисливське господарство» розташована у західній частині Житомирської області на площі 44113,6 га. На землях досліджуваного підприємства створено 5 об'єктів природно-заповідного фонду загальною площею 2216,6 гектарів, в тому числі заказники місцевого значення;

3. Згідно лісорослинного районування територія лісомисливського господарства відноситься до лісорослинної зони (лісогосподарської області) Полісся, лісогосподарського округу Західно-Центрально-Поліського (Західне Полісся, Центральне Полісся) та центрально-поліського лісогосподарського району;

4. Лісистість Житомирської області наразі складає 33 % і збільшилася в порівнянні з 1949 роком на 8,1 %;

5. У межах філії «Баранівське лісомисливське господарство» домінують експлуатаційні ліси, частка яких становить майже 80 %.

РОЗДІЛ 3
КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЛІСІВ ФІЛІЇ
«БАРАНІВСЬКЕ ЛІСОМИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО» ДП «ЛІСИ
УКРАЇНИ»

3.1. Лісівничо-таксаційна характеристика деревостанів філії
«Баранівське лісомисливське господарство»

Характерними ознаками природних умов філії «Баранівське лісомисливське господарство» є низинний рельєф з широкими заболоченими річковими долинами, панування дерново-підзолистих, дернових, болотяних та сірих опідзолених ґрунтів.

Основними показниками, що характеризують стан лісових насаджень та потенційну здатність виконувати ними свої ресурсні та захисні функції є їхня продуктивність, а також повнота деревостанів, яка характеризує ступінь використання насадженнями займаного простору.

Ліси філії «Баранівське лісомисливське господарство» мають величезне значення для екології та економіки регіону. Раціональне використання їхніх ресурсів і дотримання принципів сталого розвитку сприятиме збереженню цього природного багатства для майбутніх поколінь та забезпечить їхню роль у забезпеченні енергетичних і рекреаційних потреб регіону. Ліси цього краю є важливою частиною екосистеми Полісся і виконують ключові функції для забезпечення сталого розвитку регіону, від підтримки біорізноманіття до використання в енергетиці та промисловості.

У філії «Баранівське лісомисливське господарство» домінують соснові деревостани, які займають площу 20105,9 га, а загальний стовбуровий запас становить 5292,97 тис. м³. Соснові насадження займають найбільшу площу ділянок лісового фонду філії. Розподіл площ та запасів у межах лісництв наведено у табл. 3.1 та на рис. 3.1.

Таблиця 3.1

**Розподіл площ та запасів соснових деревостанів у межах лісництв
«Баранівського лісомисливського господарства»**

Лісництво	Площа, га	Запас, тис. м ³
Баранівське	4419,2	1174,30
Биківське	2361,7	690,26
Довбиське	3364,2	908,94
Зеремлянське	504,6	157,11
Кам'янобрідське	3830,1	984,79
Адамівське	1685,6	434,82
Явненське	3940,5	942,75
Разом у межах філії	20105,9	5292,97

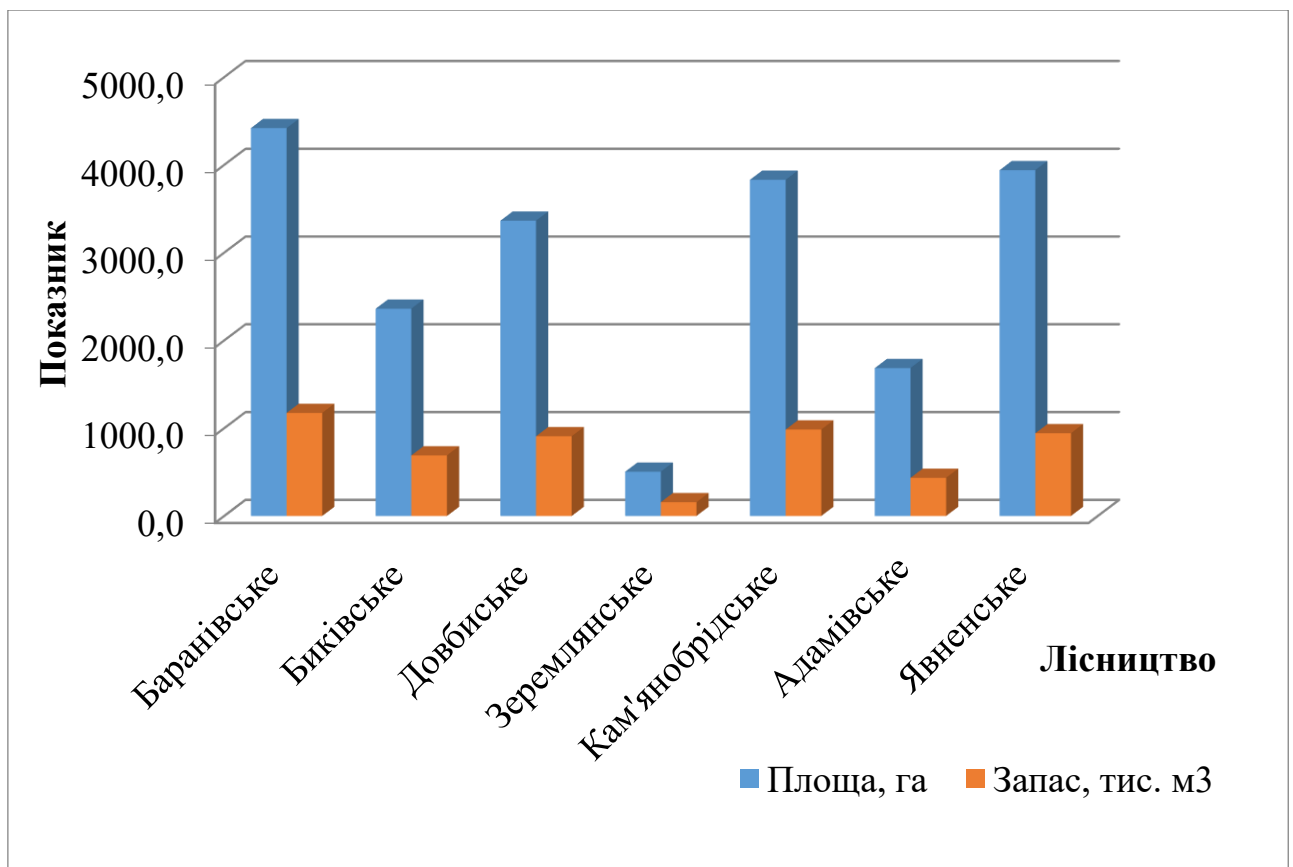


Рис. 3.1. Розподіл площ та запасів соснових деревостанів у філії «Баранівське лісомисливське господарство»

Загальна таксаційна характеристика деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство», що наведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Таксаційна характеристика деревостанів досліджуваного підприємства

Деревний вид	Середні таксаційні показники				
	вік, років	висота, м	діаметр, см	відносна повнота	запас, м ³ ·га ⁻¹
Береза повисла	38	15,3	16,4	0,73	180
Вільха чорна	41	16,0	17,5	0,72	176
Граб звичайний	49	17,3	17,7	0,77	174
Дуб звичайний	62	18,6	22,7	0,71	181
Сосна Банка	49	18,3	18,9	0,75	249
Сосна звичайна в осередках кор. губ.	57	22,3	24,7	0,73	200
Сосна звичайна	56	20,0	23,7	0,75	259
Ялина європейська	44	18,0	20,1	0,77	263
Ясен звичайний	42	16,8	18,8	0,71	187
Середнє у межах підприємства	51	18,4	21,3	0,74	224

З наведених у табл. 3.2 показників, простежується висновок, що найпродуктивнішими є ялинові та соснові деревостани, де середній запас на 1 гектарі перевищує 250 м³, а також деревостани сосни Банка, для яких характерний середній запас вище 240 м³·га⁻¹. Водночас найнижчі показники є характерними для грабових та вільхових насаджень, де значення середнього запасу менше 180 м³·га⁻¹.

Загалом у філії «Баранівське лісомисливське господарство» середній вік насаджень становить 51 рік, при середній відносній повноті – 0,74 у них на одному гектарі середній запас 224 м³ деревини.

З даних наведених у табл. 3.3 простежується домінування площі насадження I класу бонітету – 16215,9 га, або 40,2 %. Майже 70 % з яких, це штучні насінневі насадження. Водночас, найменшу площу лісових ділянок у межах досліджуваної філії займають насадження V^b класу бонітету – 1,8 га.

Таблиця 3.3

Розподіл площ деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство» різного походження за класами бонітету, га

Клас бонітету	Походження			Загальна площа
	вегетативне	насінне природне	насінне штучне	
I ^b і вище	10,7	76,6	1234,7	1322,0
I ^a	63,1	754,8	8610,1	9428,0
I	1207,1	4572,7	10436,0	16215,9
II	3676,7	3231,1	4945,5	11853,3
III	348,9	371,8	669,7	1390,4
IV	35,6	38,3	44,9	118,7
V	5,9	6,5	5,3	17,6
V ^a	-	-	-	-
V ^b	-	-	1,8	1,8
Разом	5347,9	9051,9	25948,0	40347,8

Загалом можна стверджувати, що у філії «Баранівське лісомисливське господарство» домінують високобонітетні деревостани, частка яких становить понад 66,8 %. Це деревостани I і вище класів бонітету.

Розподіл загального запасу деревостанів різного походження за класами бонітету наведено у табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Розподіл запасу деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство» різного походження за класами бонітету, тис. м³

Клас бонітету	Походження			Загальний запас
	вегетативне	насінне природне	насінне штучне	
I ^b і вище	2,3	10,7	294,5	307,5
I ^a	9,6	198,8	2461,0	2669,5
I	300,0	1300,1	1978,4	3578,5
II	769,0	777,5	753,7	2300,2
III	42,0	63,2	55,7	160,8
IV	2,6	3,1	4,5	10,1
V	0,4	0,6	0,2	1,2
V ^a	-	-	-	-
V ^b	-	-	0,1	0,1
Разом	1125,8	2354,0	5548,1	9027,8

За даними аналітичних досліджень загальний запас акумульований у насадженнях філії «Баранівське лісомисливське господарство» становить понад 9 млн м³.

Аналізуючи структуру площ досліджуваних насаджень у межах значень їх відносної повноти, варто зазначити, що у філії «Баранівське лісомисливське господарство» домінують середньоповнотні та високоповнотні деревостани (табл. 3.5).

За даними, що представлені у таблиці 3.5 чітко простежується, що найбільшу площу займають насадження з відносними повнотами 0,7 та 0,8 – відповідно 15321,0 га та 15051,9га, або 38,0 та 37,3 % від загальної площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок філії «Баранівське лісомисливське господарство».

Таблиця 3.5

Розподіл площ деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство» різного походження за відносними повнотами, га

Відносна повнота	Походження			Загальна площа
	вегетативне	насінне природне	насінне штучне	
0,3-0,4	34,29	32,091	20,533	86,9
0,5	212,33	351,755	117,679	681,8
0,6	727,945	1803,49	1555,565	4087,0
0,7	2177,1	3913,629	9230,303	15321,0
0,8	1857,36	2315,857	10878,67	15051,9
0,9 і вище	338,84	635,035	4145,287	5119,2
Разом	5347,9	9051,9	25948,0	40347,8

Схожі тенденції розподілу спостерігаються й для показників загального запасу деревостанів (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Розподіл запасів деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство» різного походження за відносними повнотами, тис. м³

Відносна повнота	Походження			Загальний запас
	вегетативне	насінне природне	насінне штучне	
0,3-0,4	3,62	4,03	2,94	10,6
0,5	30,06	70,18	16,82	117,1
0,6	130,54	489,67	333,77	954,0
0,7	459,36	1053,26	1807,51	3320,1
0,8	427,31	588,94	2326,9	3343,2
0,9 і вище	74,92	147,87	1060,13	1282,9
Разом	1125,8	2354,0	5548,1	9027,8

Загалом, насадження філії з відносною повнотою 0,6–0,7 охоплюють майже 20 тис. га лісових ділянок вкритих лісовою рослинністю та понад 6,5 млн м³ стовбурового запасу, а насадження з відносною повнотою 0,5 – 681,8 га та 117 тис. м³ стовбурового запасу.

Значний вплив на формування продуктивності деревостанів мають особливості їх росту у певні вікові етапи їхнього розвитку.

Загалом, у табл. 3.7 та 3.8 представлено розподіл площ вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок та запасів деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство», які характеризуються різним походженням та різними групами віку. Аналітична оцінка такого розподілу слугує передумовою формування потенціалу деревної біомаси, оскільки функціонально впливає на види лісогосподарських заходів, що будуть плануватися у цих насадженнях.

Таблиця 3.7

Розподіл площ деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство» різного походження за групами віку, га

Група віку	Походження			Загальна площа
	вегетативне	насіenne природне	насіenne штучне	
Молодняки	502,055	667,187	6474,641	7643,9
Середньовікові	1843,56	2510,913	15948,371	20302,8
Пристиглі	1857,025	2264,32	3131,518	7252,9
Стиглі	1038,685	3307,272	337,925	4683,9
Перестиглі	106,54	302,165	55,582	464,3
Разом	5347,9	9051,9	25948,0	40347,8

Провівши аналітичну оцінку представленого розподілу площ та запасів насаджень філії «Баранівське лісомисливське господарство» за групами віку, встановлено, що за прощеною домінують середньовікові насадження (понад

50 %) та молодняки (майже 20 %). Частка пристиглих насаджень у межах філії не перевищує 12 %, а на перестиглі насадження припадає лише 1,2 %.

Таблиця 3.8

Розподіл запасу деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство» різного походження за групами віку, тис. м³

Група віку	Походження			Загальний запас
	вегетативне	насінне природне	насінне штучне	
Молодняки	25,45	34,17	563,3	622,9
Середньовікові	340,31	546,08	3815,51	4701,9
Пристиглі	447,76	677,65	1034,46	2159,9
Стигли	284,55	1017,73	116,11	1418,4
Перестиглі	27,74	78,32	18,69	124,8
Разом	1125,8	2354,0	5548,1	9027,8

Щодо стовбурового запасу, то для середньовікових насаджень філії «Баранівське лісомисливське господарство» характерне значення на рівні понад 4,7 млн м³, що становить 52,1 % у загальній структурі.

У табл. 3.9 та 3.10 представлено також розподіл площ та запасів насаджень досліджуваної філії у межах трофотопів.

Таблиця 3.9

Розподіл площ деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство» різного походження за трофотопами, га

Трофотоп	Походження			Загальна площа
	вегетативне	насінне природне	насінне штучне	
Бори (А)	3,6	180,8	617,6	802,0
Субори (В)	646,9	4927,5	9459,6	15034,0
Сугруди (С)	4577,1	3601,6	15039,3	23218,0
Груди (D)	120,2	341,9	831,6	1293,7
Разом	5347,9	9051,9	25948,0	40347,8

Наведена аналітична інформація у табл. 3.9 дозволяє зробити висновок щодо домінування у філії «Баранівське лісомисливське господарство» відносно багатих лісорослинних умов, або сугрудів. Їхня частка за площею насаджень становить понад 57 %.

Схожі тенденції розподілу характерні також і для стовбурового запасу досліджуваних насаджень (табл. 3.10). Так, у сугрудах акумульовано майже 5 млн м³ стовбурового запасу деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство», у суборах – 3702,8 тис. м³, у грудях та борах не більше 420 тис. м³.

Таблиця 3.10

Розподіл запасів деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство» різного походження за трофотопами, тис. м³

Трофотоп	Походження			Загальний запас
	вегетативне	насінне природне	насінне штучне	
Бори (A)	0,6	43,5	114,1	158,2
Субори (B)	110,5	1453,1	2139,2	3702,8
Сугруди (C)	985,6	786,1	3141,5	4913,2
Груди (D)	29,1	71,3	153,3	253,6
Разом	1125,8	2354,0	5548,1	9027,8

Вологість ґрунтових умов, має також значний вплив на поширення та продуктивність насаджень в умовах філії «Баранівське лісомисливське господарство». Згадані особливості наглядно відображено у табл. 3.11 та 3.12.

З наведених у табл. 3.11 та 3.12 чітко простежується висновок, що деревостани філії «Баранівське лісомисливське господарство» найпредставленіші у вологій умовах, де їхня частка становить понад 50 %.

Таблиця 3.11

Розподіл площ деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство» різного походження за гігротопами, га

Гігротоп	Походження			Загальна площа
	вегетативне	насіenne природне	насіenne штучне	
Свіжі	470,4	1542,8	12399,5	14412,6
Вологі	3474,2	6857,4	12339,8	22671,4
Сирі	1342,4	571,2	1206,6	3120,2
Мокрі	60,9	80,5	2,2	143,6
Разом	5347,9	9051,9	25948,0	40347,8

Незначна частка деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство» росте також у сирих та мокрих умовах, у кількісному вираженні це становить близько 8 %, ще понад 3600 тис. м³ зосереджено у деревостанах, що ростуть у свіжих лісорослинних умовах.

Таблиця 3.12

Розподіл запасів деревостанів філії «Баранівське лісомисливське господарство» різного походження за гігротопами, тис. м³

Гігротоп	Походження			Загальний запас
	вегетативне	насіenne природне	насіenne штучне	
Свіжі	98,4	410,0	3142,6	3651,1
Вологі	797,9	1875,2	2253,6	4926,7
Сирі	224,0	63,5	151,6	439,1
Мокрі	5,5	5,3	0,2	11,0
Разом	1125,8	2354,0	5548,1	9027,8

Загалом, варто зазначити, що деревостани філії «Баранівське лісомисливське господарство» слугують важливою складовою формування навколишнього середовища Житомирської області.

3.2. Ресурсні передумови формування енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах філії «Баранівське лісомисливське господарство»

Аналітична оцінка ресурсних передумов формування енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах філії «Баранівське лісомисливське господарство» здійснена на основі звітних матеріалів щодо проведення різних видів рубань, які слугують джерелом заготівлі деревної біомаси. Загалом для оцінювання ресурсного потенціалу використовувалася інформація про ресурси заготовленої деревини, як одного з найбільш важливих ресурсів для забезпечення життєдіяльності людини.

Під час проведення рубок головного користування застосовуються технології, які дають змогу максимально зберігати дерева, що не підлягають вирубуванню, підріст, підлісок, трав'яний покрив та ґрунти. Цикл робіт при проведенні рубок включає зрізування пилою дерев, їх видалення із насаджень до місць укладання у кляді, розробку на сортименти: в молодняках – на хворост відповідного сорту, хмиз, дрібні ділові сортименти та дрова – рубанці.

При заготівлі деревини дуже важливо враховувати екологічні аспекти, щоб мінімізувати шкоду для лісової підстилки. Лісова підстилка відіграє важливу роль у підтримці екосистеми, оскільки вона є середовищем існування для багатьох організмів, зберігає вологу, регулює температуру ґрунту та сприяє утворенню гумусу.

Загалом аналіз здійснено у межах структурних підрозділів філії «Баранівське лісомисливське господарство», де були реалізовані різні види рубок (рубки головного користування, санітарні рубки, рубки догляду, інші рубки формування та оздоровлення лісів) (табл. 3.13).

Так, за період з 2021–2023 рр. у філії «Баранівське лісомисливське господарство» було заготовлено понад 280 тис. м³ деревини (табл. 3.13), у тому числі понад 180 тис. м³ у межах проведення рубок головного користування, які наразі залишається найвагомішим ресурсом для формування запасів енергетичної деревної біомаси.

Таблиця 3.13

Ресурсний потенціал заготовленої деревини у філії «Баранівське лісомисливське господарство», м³

Лісництво	Вид рубки			
	РГК	СР	РД	інші
2021				
Адамівське	2618	6075	280	1391
Баранівське	14487	8330	1017	69
Биківське	15417	6575	1005	306
Довбишське	2423	7634	1519	1147
Зеремлянське	2901	6438	1176	154
Камянобрідське	7756	10461	808	103
Явненське	10778	9197	604	14
Разом у філії	56380	54710	6409	3184
2022				
Адамівське	5942	9078	490	-
Баранівське	13684	11017	1257	171
Биківське	15401	8358	1146	636
Довбишське	5096	9775	1742	741
Зеремлянське	3288	9108	1022	311
Камянобрідське	8921	12797	781	252
Явненське	12479	9260	724	-
Разом у філії	64809	69393	7162	2111
2023				
Адамівське	3147	5404	542	-
Баранівське	16143	9037	934	171
Биківське	14881	8768	1371	71
Довбишське	6425	7325	1806	-
Зеремлянське	2085	4905	826	13
Камянобрідське	5389	9310	1043	65
Явненське	9767	5948	838	-
Разом у філії	57837	50697	7360	320

Для адекватного оцінювання потенційних ресурсних можливостей формування запасів енергетичної деревної біомаси важливе значення має аналітична оцінка структури проведених лісогосподарських заходів, зокрема видів рубань. Щорічно у межах проведення наведених у табл. 3.14, рубок у філії «Баранівське лісомисливське господарство» заготовляють близько 40 % дров'яної деревини та лісових деревних залишків (хмиз та хворост).

Таблиця 3.14

**Розмірно-якісна структура деревини заготовленої у деревостанах філії
«Баранівське лісомисливське господарство» за 2023 рік, м³**

Обсяг заготівлі/ лісогосподарський захід	Категорія технічної придатності			Разом
	ділова	дрова	хмиз, хворост	
Рубки головного користування	39959	17878	-	57837
Санітарні рубки	30837	19860	-	50697
Прохідна рубка	2375	2628	-	5003
Прорідження	316	1572	-	1888
Прочищення	-	-	463	463
Освітлення	-	-	6	6
Інші рубки формування і оздоровлення лісів	39	281	-	320
Всього у філії	73526	42219	469	116214

В структурі заготовленої деревини у процесі проведення рубок, домінують санітарні рубки та рубки головного користування, частка яких становить близько 90 % у загальному обсязі заготовленої лісопродукції. Ще близько 10 % припадає на рубки догляду.

Для чіткого розуміння якісної структури ресурсного потенціалу заготовленої деревини наведено розподіл її у межах категорій технічної

придатності для кожного структурного підрозділу філії «Баранівське лісомисливське господарство» (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

**Розмірно-якісна структура деревини заготовленої деревостанах філії
«Баранівське лісомисливське господарство» за 2023 рік, м³**

Обсяг заготівлі/ структурний підрозділ	Категорія технічної придатності			Разом
	ділова	дрова	хмиз, хворост	
Адамівське лісництво	4930	4129	34	9093
Баранівське лісництво	18056	8104	125	26285
Биківське лісництво	15452	9556	83	25091
Довбишське лісництво	9500	6021	35	15556
Зеремлянське лісництво	4283	3514	32	7829
Кам'янобрідське лісництво	9813	5919	75	15807
Явненське лісництво	11492	4976	85	16553
Всього у філії	73526	42219	469	116214

Отже, аналізуючи інформацію подану у табл. 3.15 варто зазначити, що у 2023 році понад 90 % деревини було заготовлено у Баранівському та Биківському лісництвах філії. У загаданих структурних підрозділах понад 60 % формується ділової деревини, водночас значний також потенціал енергетичної біомаси.

Для розуміння потенційних обсягів формування деревної біомаси важливо розуміти видовий склад заготовленої лісопродукції, оскільки кожен деревний вид характеризується різними технічними властивостями деревини, які у свою чергу впрівають на формування питомої енергетичної цінності для утворення теплової енергії.

У табл. 3.16 наведено згадану вище інформацію.

Таблиця 3.16

Заготівля лісопродукції у деревостанах філії «Баранівське лісомисливське господарство» у межах деревних порід за 2023 рік, м³

Лісогосподарський захід/ структурний підрозділ	Деревна порода				Разом
	сосна	дуб	береза	інші породи	
Адамівське лісництво	5002	497	1692	1902	9093
Баранівське лісництво	20501	1301	1349	3134	26285
Биківське лісництво	13197	4820	3183	3891	25091
Довбишське лісництво	10893	507	1019	3137	15556
Зеремлянське лісництво	2401	710	1795	2923	7829
Кам'янобрідське лісництво	12238	545	1773	1251	15807
Явненське лісництво	12980	551	1667	1355	16553
Всього у філії	77212	8931	12478	17593	116214

Майже 70 % заготовленої лісопродукції припадає на деревину сосни звичайної, ще близько 10 % - це дуб звичайний, який з позиції енергетичної цінності є більш продуктивним.

Також важливою складовою виконання завдано магістерської кваліфікаційної роботи слугує аналітична оцінка розподілу заготовленої деревної біомаси у межах рубок та деревних видів, що домінують у філії «Баранівське лісомисливське господарство».

Зокрема, у табл. 3.17 представлено інформацію, яка характеризує видове різноманіття заготовленої деревини. Так, частка хвойних деревних видів у представленому розподілі становить понад 70 %, на твердолистяні деревні види припадає майже 10 %. Близько 20 % - це деревина м'яколистяних деревних видів, які окрім берези повислої, мають досить низьку енергетичну цінність.

Таблиця 3.17

**Обсяги заготовленої деревини під час проведення рубок у деревостанах
філії «Баранівське лісомисливське господарство» за 2023 рік, м³**

Деревна порода	Вид рубки					Разом
	РГК	СР	ПРХ ПРЖ	ОСВ ПРЧ	інші РФОЛ	
Сосна	38864	33442	4685	-	221	77212
Дуб	7303	1517	44	-	67	8931
Береза	5623	5532	849	469	5	12478
Акація	-	-	1	-	-	1
В'яз	13	5	1	-	-	19
Верба	-	-	15	-	-	15
Вільха	2680	3967	97	-	5	6749
Граб	1686	127	21	-	4	1838
Дуб червоний	7	9	3	-	-	19
Клен	103	35	6	-	1	145
Липа	14	31	4	-	3	52
Осика	1350	528	965	-	3	2846
Черемха	-	1	-	-	-	1
Ялина	162	5178	191	-	7	5538
Ясен	32	325	9	-	4	370
Всього	57837	50697	6891	469	320	116214

Підсумовуючи варто зазначити, наявність значного ресурсного потенціалу деревної біомаси, який наразі слугує вагомим енергетичним компонентом розвитку регіональної економіки Житомирщини.

3.3. Енергетичний потенціал деревної біомаси та перспективи його використання

Як результат виконання завдань магістерської кваліфікаційної роботи щодо оцінювання енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах філії «Баранівське лісомисливське господарство», запропоновано кількісну оцінку теоретичного та технічного енергетичного потенціалу. Вказані результати базуються на показниках, що характеризують ресурсний потенціал та розмірно-якісну структуру заготовленої деревини. Згадані типи потенціалів відображають як теоретично можливий обсяг деревної біомаси, так її технічну доступність для перетворення у теплову енергію [40].

У ході виконання завдань магістерської роботи першочергово встановлено вагові характеристики деревної біомаси лісів філії, яка може розглядатися як сировина для одержання теплової енергії. Відповідні значення наведено у табл. 3.18.

Таблиця 3.18

Ресурсний потенціал деревної біомаси у філії «Баранівське лісомисливське господарство» у ваговому вимірі, т сухої речовини

Лісництво	Вид рубки			
	РГК	СР	РД	інші
2021				
Адамівське	589,1	1366,9	63,0	313,0
Баранівське	3259,6	1874,3	228,8	15,5
Биківське	3468,8	1479,4	226,1	68,9
Довбишське	545,2	1717,7	341,8	258,1
Зеремлянське	652,7	1448,6	264,6	34,7
Камянобрідське	1745,1	2353,7	181,8	23,2
Явненське	2425,1	2069,3	135,9	3,2
Разом у філії	12685,5	12309,8	1442,0	716,4

Продовження табл. 3.18

Лісництво	Вид рубки			
	РГК	СР	РД	інші
2022				
Адамівське	1337,0	2042,6	110,3	0,0
Баранівське	3078,9	2478,8	282,8	38,5
Биківське	3465,2	1880,6	257,9	143,1
Довбишське	1146,6	2199,4	392,0	166,7
Зеремлянське	739,8	2049,3	230,0	70,0
Камянобрідське	2007,2	2879,3	175,7	56,7
Явненське	2807,8	2083,5	162,9	0,0
Разом у філії	14582,5	15613,4	1611,5	475,0
2023				
Адамівське	708,1	1215,9	122,0	0,0
Баранівське	3632,2	2033,3	210,2	38,5
Биківське	3348,2	1972,8	308,5	16,0
Довбишське	1445,6	1648,1	406,4	0,0
Зеремлянське	469,1	1103,6	185,9	2,9
Камянобрідське	1212,5	2094,8	234,7	14,6
Явненське	2197,6	1338,3	188,6	0,0
Разом у філії	13013,3	11406,8	1656,0	72,0

Таким чином, у процесі здійснення всіх рубок у насадженнях філії «Баранівське лісомисливське господарство» у 2021-2023 рр заготовлено майже 85 тис. тон енергетичної біомаси. Зокрема у 2023 році цей показник становить понад 25 тис. т.

Понад 17 тис. т сухої деревної біомаси у 2023 році заготовлено у соснових насадженнях філії (табл. 3.19).

Таблиця 3.19

Ресурсний потенціал деревної біомаси у філії «Баранівське лісомисливське господарство» у ваговому вимірі у межах панівних деревних видів та структурних підрозділів, т сухої речовини

Лісогосподарський захід/ структурний підрозділ	Деревна порода				Разом
	сосна	дуб	береза	інші породи	
Адамівське лісництво	1125,5	111,8	380,7	428,0	2045,9
Баранівське лісництво	4612,7	292,7	303,5	705,2	5914,1
Биківське лісництво	2969,3	1084,5	716,2	875,5	5645,5
Довбишське лісництво	2450,9	114,1	229,3	705,8	3500,1
Зеремлянське лісництво	540,2	159,8	403,9	657,7	1761,5
Кам'янобрідське лісництво	2753,6	122,6	398,9	281,5	3556,6
Явненське лісництво	2920,5	124,0	375,1	304,9	3724,4
Всього у філії	17372,7	2009,5	2807,6	3958,4	26148,2

Понад 5 тис. т деревної енергетичної біомаси зосереджено у Баранівському та Биківському лісництвах філії «Баранівське лісомисливське господарство». У породному представленні майже 5 тис. т деревної енергетичної біомаси припадає на біомасу дубову та березову з найвищими показниками питомої енергоємності.

Таким чином, аналізуючи структуру обсягів заготовленої біомаси у межах видів рубок, варто зазначити, що понад 13 тис. т її припадає на рубки головного користування (табл. 3.20).

Значна частка енергетичної деревної біомаси також заготовлюється у межах проведення санітарних рубок, це понад 11 тис. т сухої органічної речовини.

Таблиця 3.20

Ресурсний потенціал деревної біомаси у філії «Баранівське лісомисливське господарство» у ваговому вимірі у межах панівних деревних видів та видів рубок, т сухої речовини

Деревна порода	Вид рубки					Разом
	РГК	СР	ПРХ ПРЖ	ОСВ ПРЧ	інші РФОЛ	
Сосна	8744,4	7524,5	1054,1	-	49,7	17372,7
Дуб	1643,2	341,3	9,9	-	15,1	2009,5
Береза	1265,2	1244,7	191,0	105,5	1,1	2807,6
Акація	-	-	0,2	-	-	0,2
В'яз	2,9	1,1	0,2	-	-	4,3
Верба	-	-	3,4	-	-	3,4
Вільха	603,0	892,6	21,8	-	1,1	1518,5
Граб	379,4	28,6	4,7	-	0,9	413,6
Дуб червоний	1,6	2,0	0,7	-	-	4,3
Клен	23,2	7,9	1,4	-	0,2	32,6
Липа	3,2	7,0	0,9	-	0,7	11,7
Осика	303,8	118,8	217,1	-	0,7	640,4
Черемха	-	0,2	-	-	-	0,2
Ялина	36,5	1165,1	43,0	-	1,6	1246,1
Ясен	7,2	73,1	2,0	-	0,9	83,3
Всього	13013,3	11406,8	1550,5	105,5	72,0	26148,2

Розрахунок двох типів енергетичного потенціалу деревної біомаси, у межах магістерської роботи, здійснено з врахуванням середньої енергоємності однієї тонни вуглецю – 35,76 ГДж енергії [5, 48]. Як результат встановлено кількісні значення теоретичного (табл. 3.21, 3.22, 3.23), технічного (табл. 3.24, 3.25, 3.26) типів енергетичного потенціалу.

Таблиця 3.21

**Теоретичний енергетичний потенціал деревної біомаси у насадженнях
філії «Баранівське лісомисливське господарство», ТДЖ**

Лісництво	Вид рубки			
	РГК	СР	РД	інші
2021				
Адамівське	10,5	24,4	1,1	5,6
Баранівське	58,3	33,5	4,1	0,3
Биківське	62,0	26,5	4,0	1,2
Довбишське	9,7	30,7	6,1	4,6
Зеремлянське	11,7	25,9	4,7	0,6
Камянобрідське	31,2	42,1	3,3	0,4
Явненське	43,4	37,0	2,4	0,1
Разом у філії	226,8	220,1	25,8	12,8
2022				
Адамівське	23,9	36,5	2,0	0,0
Баранівське	55,1	44,3	5,1	0,7
Биківське	62,0	33,6	4,6	2,6
Довбишське	20,5	39,3	7,0	3,0
Зеремлянське	13,2	36,6	4,1	1,3
Камянобрідське	35,9	51,5	3,1	1,0
Явненське	50,2	37,3	2,9	0,0
Разом у філії	260,7	279,2	28,8	8,5
2023				
Адамівське	12,7	21,7	2,2	0,0
Баранівське	64,9	36,4	3,8	0,7
Биківське	59,9	35,3	5,5	0,3
Довбишське	25,8	29,5	7,3	0,0
Зеремлянське	8,4	19,7	3,3	0,1
Камянобрідське	21,7	37,5	4,2	0,3
Явненське	39,3	23,9	3,4	0,0
Разом у філії	232,7	204,0	29,6	1,3

Таблиця 3.22

**Теоретичний енергетичний потенціал деревної біомаси у насадженнях
філії «Баранівське лісомисливське господарство» у межах панівних
видів, ТДж**

Лісогосподарський захід/ структурний підрозділ	Деревна порода				Разом
	сосна	дуб	береза	інші породи	
Адамівське лісництво	20,1	2,0	6,8	7,7	36,6
Баранівське лісництво	82,5	5,2	5,4	12,6	105,7
Биківське лісництво	53,1	19,4	12,8	15,7	100,9
Довбишське лісництво	43,8	2,0	4,1	12,6	62,6
Зеремлянське лісництво	9,7	2,9	7,2	11,8	31,5
Кам'янобрідське лісництво	49,2	2,2	7,1	5,0	63,6
Явненське лісництво	52,2	2,2	6,7	5,5	66,6
Всього у філії	310,6	35,9	50,2	70,8	467,5

Отже, загальний теоретичний енергетичний потенціал деревної біомаси у філії «Баранівське лісомисливське господарство» становить понад 460 ТДж.

За територіальним розміщення найвищі значення теоретичного потенціалу деревної біомаси акумульовані у Баранівське лісництві та становить понад 100 ТДж (10^{12} Дж). Загалом для насаджень філії «Баранівське лісомисливське господарство», щорічний теоретичний енергетичний потенціал деревної біомаси у межах лісництв змінюється від 31,5 до 105,7 ТДж.

За видовим складом понад 300 ТДж енергетичного потенціалу припадає на деревну біомасу сосни звичайної (табл. 3.23). Частка енергетичного потенціалу інших деревних видів наглядно представлено у наступній таблиці.

Таблиця 3.23

**Теоретичний енергетичний потенціал деревної біомаси у насадженнях
філії «Баранівське лісомисливське господарство» у межах панівних
видів та видів рубок, ТДж**

Деревна порода	Вид рубки					Разом
	РГК	СР	ПРХ ПРЖ	ОСВ ПРЧ	інші РФОЛ	
Сосна	156,350	134,537	18,848	-	0,889	310,624
Дуб	29,380	6,103	0,177	-	0,270	35,929
Береза	22,621	22,255	3,416	1,887	0,020	50,199
Акація	-	-	0,004	-	-	0,004
В'яз	0,052	0,020	0,004	-	-	0,076
Верба	-	-	0,060	-	-	0,060
Вільха	10,782	15,959	0,390	-	0,020	27,151
Граб	6,783	0,511	0,084	-	0,016	7,394
Дуб червоний	0,028	0,036	0,012	-	-	0,076
Клен	0,414	0,141	0,024	-	0,004	0,583
Липа	0,056	0,125	0,016	-	0,012	0,209
Осика	5,431	2,124	3,882	-	0,012	11,449
Черемха	-	0,004	-	-	-	0,004
Ялина	0,652	20,831	0,768	-	0,028	22,279
Ясен	0,129	1,307	0,036	-	0,016	1,489
Всього	232,678	203,954	27,722	1,887	1,287	467,529

Показники технічного потенціалу деревної біомаси лісів філії «Баранівське лісомисливське господарство» відображені у табл. 3.24. Технічний потенціал відображає ступінь доступності деревної біомаси для отримання одного із видів енергії, у першу чергу теплової енергії у результаті прямого спалювання деревної біомаси.

Таблиця 3.24

**Технічний енергетичний потенціал деревної біомаси у насадженнях філії
«Баранівське лісомисливське господарство», ТДж**

Лісництво	Вид рубки			
	РГК	СР	РД	інші
2021				
Адамівське	9,5	22,0	1,0	5,0
Баранівське	52,5	30,2	3,7	0,2
Биківське	55,8	23,8	3,6	1,1
Довбишське	8,8	27,6	5,5	4,2
Зеремлянське	10,5	23,3	4,3	0,6
Камянобрідське	28,1	37,9	2,9	0,4
Явненське	39,0	33,3	2,2	0,1
Разом у філії	204,1	198,1	23,2	11,5
2022				
Адамівське	21,5	32,9	1,8	0,0
Баранівське	49,5	39,9	4,6	0,6
Биківське	55,8	30,3	4,1	2,3
Довбишське	18,5	35,4	6,3	2,7
Зеремлянське	11,9	33,0	3,7	1,1
Камянобрідське	32,3	46,3	2,8	0,9
Явненське	45,2	33,5	2,6	0,0
Разом у філії	234,7	251,3	25,9	7,6
2023				
Адамівське	11,4	19,6	2,0	0,0
Баранівське	58,4	32,7	3,4	0,6
Биківське	53,9	31,7	5,0	0,3
Довбишське	23,3	26,5	6,5	0,0
Зеремлянське	7,5	17,8	3,0	0,0
Камянобрідське	19,5	33,7	3,8	0,2
Явненське	35,4	21,5	3,0	0,0
Разом у філії	209,4	183,6	26,6	1,2

Таблиця 3.25

**Технічний енергетичний потенціал деревної біомаси у насадженнях філії
«Баранівське лісомисливське господарство» у межах панівних видів,
ТДж**

Лісогосподарський захід/ структурний підрозділ	Деревна порода				Разом
	сосна	дуб	береза	інші породи	
Адамівське лісництво	18,1	1,8	6,1	6,9	32,9
Баранівське лісництво	74,2	4,7	4,9	11,3	95,2
Биківське лісництво	47,8	17,5	11,5	14,1	90,8
Довбишське лісництво	39,4	1,8	3,7	11,4	56,3
Зеремлянське лісництво	8,7	2,6	6,5	10,6	28,3
Кам'янобрідське лісництво	44,3	2,0	6,4	4,5	57,2
Явненське лісництво	47,0	2,0	6,0	4,9	59,9
Всього у філії	279,6	32,3	45,2	63,7	420,8

Отже, загальний технічний енергетичний потенціал деревної біомаси у філії «Баранівське лісомисливське господарство» становить понад 420 ТДж.

За територіальним розміщення найвищі значення технічного потенціалу деревної біомаси акумульовані у Баранівське лісництві та становить понад 95 ТДж. Загалом для насаджень філії «Баранівське лісомисливське господарство», щорічний технічний енергетичний потенціал деревної біомаси у межах лісництв змінюється від 28,3 до 95,2 ТДж.

За видовим складом понад 270 ТДж енергетичного технічного потенціалу припадає на деревну біомасу сосни звичайної (табл. 3.26). Частка технічного енергетичного потенціалу інших деревних видів наглядно представлено у наступній таблиці.

Таблиця 3.26

**Технічний енергетичний потенціал деревної біомаси у насадженнях філії
«Баранівське лісомисливське господарство» у межах панівних видів та
видів рубок, ТДж**

Деревна порода	Вид рубки					Разом
	РГК	СР	ПРХ ПРЖ	ОСВ ПРЧ	інші РФОЛ	
Сосна	140,715	121,083	16,963	-	0,800	279,561
Дуб	26,442	5,493	0,159	-	0,243	32,336
Береза	20,359	20,030	3,074	1,698	0,018	45,179
Акація	-	-	0,004	-	-	0,004
В'яз	0,047	0,018	0,004	-	-	0,069
Верба	-	-	0,054	-	-	0,054
Вільха	9,703	14,363	0,351	-	0,018	24,436
Граб	6,105	0,460	0,076	-	0,014	6,655
Дуб червоний	0,025	0,033	0,011	-	-	0,069
Клен	0,373	0,127	0,022	-	0,004	0,525
Липа	0,051	0,112	0,014	-	0,011	0,188
Осика	4,888	1,912	3,494	-	0,011	10,305
Черемха	-	0,004	-	-	-	0,004
Ялина	0,587	18,748	0,692	-	0,025	20,051
Ясен	0,116	1,177	0,033	-	0,014	1,340
Всього	209,410	183,559	24,950	1,698	1,159	420,776

Загалом слід відмітити, що обсяг щорічного технічного енергетичного потенціалу деревної біомаси у насадженнях «Баранівське лісомисливське господарство» становить близько 420 ТДж. Цей обсяг є еквівалентним 12,3 млн м³ природного газу (табл. 3.27 та 3.28).

Таблиця 3.27

**Потенціал заміщення природного газу деревною біомасою у межах філії
«Баранівське лісомисливське господарство», млн м³**

Лісництво	Вид рубки			
	РГК	СР	РД	інші
2021				
Адамівське	0,278	0,644	0,030	0,148
Баранівське	1,537	0,884	0,108	0,007
Биківське	1,636	0,698	0,107	0,032
Довбишське	0,257	0,810	0,161	0,122
Зеремлянське	0,308	0,683	0,125	0,016
Камянобрідське	0,823	1,110	0,086	0,011
Явненське	1,143	0,976	0,064	0,001
Разом у філії	5,981	5,804	0,680	0,338
2022				
Адамівське	0,630	0,963	0,052	0,000
Баранівське	1,452	1,169	0,133	0,018
Биківське	1,634	0,887	0,122	0,067
Довбишське	0,541	1,037	0,185	0,079
Зеремлянське	0,349	0,966	0,108	0,033
Камянобрідське	0,946	1,358	0,083	0,027
Явненське	1,324	0,982	0,077	0,000
Разом у філії	6,876	7,362	0,760	0,224
2023				
Адамівське	0,334	0,573	0,057	0,000
Баранівське	1,713	0,959	0,099	0,018
Биківське	1,579	0,930	0,145	0,008
Довбишське	0,682	0,777	0,192	0,000
Зеремлянське	0,221	0,520	0,088	0,001
Камянобрідське	0,572	0,988	0,111	0,007
Явненське	1,036	0,631	0,089	0,000
Разом у філії	6,136	5,378	0,781	0,034

Таблиця 3.28

**Потенціал заміщення природного газу деревною біомасою панівних
деревних видів у межах філії «Баранівське лісомисливське
господарство», млн м³**

Лісогосподарський захід/ структурний підрозділ	Деревна порода				Разом
	сосна	дуб	береза	інші породи	
Адамівське лісництво	0,531	0,053	0,180	0,202	0,966
Баранівське лісництво	2,177	0,138	0,143	0,333	2,791
Биківське лісництво	1,401	0,512	0,338	0,413	2,665
Довбишське лісництво	1,157	0,054	0,108	0,333	1,652
Зеремлянське лісництво	0,255	0,075	0,191	0,310	0,831
Кам'янобрідське лісництво	1,300	0,058	0,188	0,133	1,679
Явненське лісництво	1,378	0,059	0,177	0,144	1,758
Всього у філії	8,200	0,948	1,325	1,868	12,341

Отже, загальний потенціал заміщення природного газу деревною біомасою у межах філії «Баранівське лісомисливське господарство» становить понад 12 млн м³.

За територіальним розміщення найвищі значення потенціалу заміщення природного газу у Баранівському лісництві – майже 2,8 млн м³. Загалом для насаджень філії «Баранівське лісомисливське господарство», щорічний потенціал заміщення природного газу деревною біомасою у межах лісництв змінюється від 0,831 до 2,791 млн м³.

За видовим складом понад 8 млн м³ потенціалу заміщення природного газу деревною біомасою припадає на деревну біомасу сосни звичайної.

Підсумовуючи зазначимо, що деревна біомаса лісів філії «Баранівське лісомисливське господарство» є вагомим енергетичним джерелом відновлювальної енергії у Житомирській області.

Водночас враховуючи світові тенденції щодо формування ціни на природний газ та зростаючі загрози енергетичній безпеці зумовлені військовими діями, деревна біомаса у Поліському регіоні наразі є надзвичайно важливим стратегічним джерелом відновлювальної енергії.

Висновки до 3 розділу

1. У філії «Баранівське лісомисливське господарство» домінують соснові деревостани, які займають площу 20105,9 га, а загальний стовбуровий запас становить 5292,97 тис. м³.

2. У філії «Баранівське лісомисливське господарство» домінують високобонітетні деревостани, частка яких становить понад 66,8 %. Це деревостани I і вище класів бонітету. Тут найбільшу площу займають насадження з відносними повнотами 0,7 та 0,8 – відповідно 15321,0 га та 15051,9га, або 38,0 та 37,3 % від загальної площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок філії «Баранівське лісомисливське господарство».

3. Встановлено, що за процею у регіоні домінують середньовікові насадження (понад 50 %) та молодняки (майже 20 %). Частка пристиглих насаджень у межах філії не перевищує 12 %, а на перестиглі насадження припадає лише 1,2 %.

4. За період з 2021–2023 рр. у філії «Баранівське лісомисливське господарство» було заготовлено понад 280 тис. м³ деревини, у тому числі понад 180 тис. м³ у межах проведення рубок головного користування.

5. Встановлено, що у структурі заготовленої деревини (понад 116 тис. м³) у процесі проведення рубок, домінують санітарні рубки та рубки головного користування, частка яких становить близько 90 % у загальному

обсязі заготовленої лісопродукції. Ще близько 10 % припадає на рубки догляду.

6. Встановлено, що частка хвойних деревних видів у представленому розподілі становить понад 70 %, на твердолистяні деревні види припадає майже 10 %. Близько 20 % - це деревина м'яколистяних деревних видів, які окрім берези повислої, мають досить низьку енергетичну цінність.

7. Визначено, що у процесі здійснення всіх рубок у насадженнях філії «Баранівське лісомисливське господарство» у 2021-2023 рр заготовлено майже 85 тис. тон енергетичної біомаси. Зокрема у 2023 році цей показник становить понад 25 тис. т.

8. Загальний теоретичний енергетичний потенціал деревної біомаси у філії «Баранівське лісомисливське господарство» становить понад 460 ТДж.

9. Встановлено, що загальний потенціал заміщення природного газу деревною біомасою у межах філії «Баранівське лісомисливське господарство» становить понад 12 млн м³.

ВИСНОВКИ

У сучасних умовах Житомирської області акумульовано значні обсяги деревної біомаси, яка в умовах війни є важливим енергетичним ресурсом. Водночас, цей ресурс потребує ефективних управлінських рішень щодо його раціонально використовувати в умовах сучасних національних викликів та загроз.

За результатами виконання завдань магістерської кваліфікаційної роботи варто виокремити наступні висновки:

- щорічно у філії «Баранівське лісомисливське господарство» заготовлюється понад 100 тис. м³ деревини, у тому числі майже 70 тис. м³ це деревина заготовлена під час рубок головного користування. Понад 10 тис. м³ формується у процесі проведення доглядових рубань;
- встановлено, що частка хвойних деревних видів у представленому розподілі становить понад 70 %, на твердолистяні деревні види припадає майже 10 %. Близько 20 % - це деревина м'яколистяних деревних видів, які окрім берези повислої, мають досить низьку енергетичну цінність;
- встановлено, що у процесі здійснення всіх рубок у насадженнях філії «Баранівське лісомисливське господарство» у 2021-2023 рр заготовлено майже 85 тис. тон енергетичної біомаси. Зокрема у 2023 році цей показник становить понад 25 тис. т.;
- встановлено, що загальний теоретичний енергетичний потенціал деревної біомаси у філії «Баранівське лісомисливське господарство» становить понад 460 ТДж;
- за територіальним розміщення найвищі значення технічного потенціалу деревної біомаси акумульовані у Баранівське лісництві та становить понад 95 ТДж. Загалом для насаджень філії «Баранівське лісомисливське господарство», щорічний технічний енергетичний потенціал деревної біомаси у межах лісництв змінюється від 28,3 до 95,2 ТДж;

- щорічний технічний енергетичний потенціал деревної біомаси у біомаси у філії «Баранівське лісомисливське господарство» становить понад 420 ТДж;
- загальний потенціал заміщення природного газу деревною біомасою у межах філії «Баранівське лісомисливське господарство» становить понад 12 млн м³.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Васи́лишин Р. Д. Продуктивність та надземна фітомаса лісостанів ялиці білої в Українських Карпатах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.03.02 „Лісовпорядкування та лісова таксація“. Київ, 2007. 19 с.
2. Васи́лишин Р. Д. Енергетика лісових екосистем: основні напрями та тенденції наукових досліджень. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету*. 2013. Вип. 23.2. С. 31–36.
3. Васи́лишин Р. Д. Оцінка вмісту енергії у фітомасі дерев головних лісотвірних порід Українських Карпат. *Біоресурси і природокористування*. 2013. Т. 5, № 1–2. С. 102–110.
4. Васи́лишин Р. Д. Біотична та енергетична продуктивність природних букових насаджень Українських Карпат. *Біоресурси і природокористування*. 2013. Т. 5, Вип. 3–4. С. 117–126.
5. Васи́лишин Р. Д. Продуктивність та еколого-енергетичний потенціал лісів Українських Карпат : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра. с.-г. наук : спец. 06.03.02. «Лісовпорядкування і лісова таксація». Київ, 2014. 46 с.
6. Васи́лишин Р. Д., Шевчук О. В., Слюсарчук В. В., Юрчук Ю. М. Методичні особливості оцінювання енергетичного потенціалу біомаси лісопромислових деревних відходів. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. Вип. 266. С. 38–45.
7. Васи́лишин Р. Д., Слюсарчук В. В., Лакида І. П. Енергетична функція букових лісів Буковинського Передкарпаття. Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. 2019. Вип. 45. С. 60–66.
8. Васи́лишин Р. Д., Слюсарчук В. В. Динаміка енергопродуктивності штучних букових деревостанів Українських Карпат. Біоресурси лісових та урбанізованих екосистем: відтворення, збереження і раціональне використання: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 23–24 квітня 2015 року: тези доповідей. К., 2015. С. 19–20.

9. Голубец М. А., Малиновский К. А., Стойко С. М. Геоботаническое районирование Украинских Карпат. Львов : Изд-во Льв. Ун-та, 1965. С. 10–13.
10. Географія Чернівецької області за ред. Я. І. Жупанського: Навч. посібник, Чернівці: Управління освіти Чернівецької обласної державної адміністрації, 1993. С. 32–38.
11. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Трибой О. В., Баштовий А. І. Аналіз критеріїв сталого розвитку біоенергетики. Аналітична записка БАУ № 17. Київ: БАУ, 2016. 33 с.
12. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А. Місце біоенергетики в проєкті оновленої енергетичної стратегії України до 2030 року. Аналітична записка БАУ № 1. Київ: БАУ, 2012. 11 с.
13. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Олійник Є. М. Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні. Аналітична записка БАУ № 6. Київ: БАУ, 2013. 23 с.
14. Інтернет ресурс «Технологія виробництва біопалива». URL: <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/2344>.
15. Інтернет ресурс «Екологічний паспорт Житомирської області». URL: <http://old.menr.gov.ua/protection/protection1/chernivetska>.
16. Інтернет ресурс «Клімат Житомирщини». URL: <http://ukrssr.com.ua/cherniv/klimat-i-relyef-chernivetskoyi>.
17. Кудря С. О., Яценко Л. В., Душина Г. П. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України. Київ : Інститут електродинаміки НАНУ, 2001. 41 с.
18. Лакида П. І., Шевчук О. В., Васишин Р. Д. Енергетичний потенціал лісів Київського Полісся та його стале використання : монографія. Корсунь-Шевченківський : ФОП Майдаченко І. С., 2020. 165 с.
19. Проєкт організації та розвитку ДП «Баранівське лісомисливське господарство». Ірпінь, 2019. 78 с.

20. Рожак В. П. Цикл вуглецю в лісових екосистемах Стрийсько-Сянської Верховини (Українські Карпати) : дис. ... канд. біол. наук: спец. 03.00.16 "Лесные пожары и борьба с ними". Львів, 2015. 160 с.
21. Рафаеланнер, Брігітте Коммармот, Петер Бранг, Урс-Беат Брендлі. *Методичні вказівки із статистичної інвентаризації Угольсько-широколистяного букового пралісу* / Версія 1.3 від 30.04.2010 на основі пілотної інвентаризації 2009 р. Режим доступу: <http://www.wsl.ch/>.
22. Сірук Ю. В., Турко В. М. Характеристика лісового фонду Житомирської області. Наукові читання – 2015 : мат. конф. науково-пед. прац. ННІ екології та лісу. Житомир : ЖНАЕУ, 2016. С. 193–200.
23. Ткач В. П. Антропогенний вплив на продуктивність лісів і ресурси деревини Поліського краю. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2002. Вип. 103. С. 115–122.
24. Ткачук В. І. Історичні передумови й тенденції організаційноструктурних перетворень лісового фонду Поліського краю. *Науковий вісник НАУ*. 2001. Вип. 61. С. 181–190.
25. Ткачук В. І., Бузун В. О. Структура, склад і продуктивність лісів Житомирської області. Житомирщина крізь призму століть: матеріали Всеукр. наук. історико-краєзн. конференції: тезидоп. Житомир, 1997. С. 168–171.
26. Третяк П. Р. Біоенергетика лісового ландшафту: концепція, метризація та раціональне природокористування. *Вісник Львівського університету. сер. географічна*. 2014. Вип. 45. С. 11–19.
27. Трибун П. А., Гаврилюк М. В., Шпильчак Т. К. Биогеоценологический покров бескид и его динамические тенденции. Київ : Наукова думка, 1983. 202 с.
28. Частухин В. Я., Николаевская М. А. Биологический распад и ресинтез органического вещества в природе. Львов : Наука, 1969. 326 с.
29. Чорнобай Ю. М., Марискевич О. Г. Органічний склад підстилок у фітоцено-зах Українських Карпат. *Укр. ботан. журн.* 1992. Т. 49. № 3. С. 20–25.

30. Швиденко А. З., Лакида П. І., Щепашенко Д. Г., Василюшин Р.Д., Марчук Ю. М. Вуглець, клімат та землеуправління в Україні: лісовий сектор : монографія. Корсунь-Шевченківський : ФОП В.М. Гавришенко, 2014. 283 с.
31. Aref I. M., Salem M. Z., Shetta N. D., Alshahrani T. S., Nasser R. A. Possibility of using three invasive non-forest tree species as an alternative source for energy. *Journal of Wood Science*. 2017. Vol. 63. Iss. 1. P. 104–114.
32. Bentancor L., Hernandez J., del Pino A., Califra A., Resquin F., Gonzalez-Barrios P. Evaluation of the biomass production, energy yield and nutrient removal of *Eucalyptus dunnii* Maiden grown in short rotation coppice under two initial planting densities and harvest systems. *Biomass and Bioenergy*. 2019. Vol. 122. P. 165–174.
33. Bouriaud O., Don A., Janssens I. A., Marin G., Schulze E. D. Effects of forest management on biomass stocks in Romanian beech forests. *Forest Ecosystems*. 2019. Vol. 6. P. 15–24.
34. Brown J. K. A planar intersect method for sampling fuel volume and surface area. *For. Sci.* 17: 1971. P. 96–102.
35. Burg V., Bowman G., Erni M., Lemm R., Thees O. Analyzing the potential of domestic biomass resources for the energy transition in Switzerland. *Biomass and Bioenergy*. 2018. Vol. 111. P. 60–69.
36. De Jong J., Akselsson C., Egnell G., Lofgren S., Olsson B. A. Realizing the energy potential of forest biomass in Sweden – How much is environmentally sustainable? *Forest Ecology and Management*. 2017. Vol. 383. P. 3–16.
37. Deboni T. L., Simioni F. J., Brand M. A., Costa V. J. Models for estimating the price of forest biomass used as an energy source: A Brazilian case. *Energy Policy*. 2019. Vol. 127. P. 382–391.
38. Fernandez-Puratich H., Oliver-Villanueva J. V., Lerma-Arce V., Garcia M. D., Raigon M. D. A study of *Paulownia* spp. as a short-rotation forestry crop for energy uses in Mediterranean conditions. *Madera Y Bosques*. 2017. Vol. 23 (3). P. 15–27.
39. Ferris R. A review of potential biodiversity indicators for application in British forests. *Forestry-Oxford*, 1999. Vol. 72. P. 313–328.

40. Harmonization of biomass resource assessments, Vol. I: Data Sources Handbook. BEE project is funded by the European Commission under the Framework Programme 7 within the "Energy Thematic Area" and contributes to "Harmonisation of biomass resource assessment" activities which focus on assessing and optimising the availability of biomass resources. 2010. 342 p.

41. Harmon M. E., Sexton J. Guidelines for measurements of woody debris in forest ecosystems. Washington, Seattle, publication No 20, LTER Network Office, 1996. 73 p.

42. Hernandez U. F., Jaeger D., Samperio J. I. Bioenergy Potential and Utilization Costs for the Supply of Forest Woody Biomass for Energetic Use at a Regional Scale in Mexico. *Energies*. 2017. Vol. 10(8). doi:10.3390/en10081192.

43. Hernando A., Puerto L., Mola-Yudego B., Manzanera J. A., Garcia-Abril A., Maltamo M., Valbuena R. Estimation of forest biomass components using airborne LiDAR and multispectral sensors. *Iforest-Biogeosciences and Forestry*. 2019. Vol. 12. P. 207–213.

44. Houghton J. T. IPCC: Climate change 2001: The scientific bases. Contribution on working group I to the third assessment report of the Intergovernmental panel of climate change / J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs et al. UK, Cambridge and NY, USA: Cambridge Univ. Press., 2001. 881 p.

45. Keenan R. J., Barry S., Spencer R. D. Forest Ecology and Management. 2004. 198. P. 133–148.

46. Saniga M. Influence of forest stand structure on the occurrence of bird community in Skalna Alpa National Nature Reserve in the Vefka Fatra Mts. (West Carpathians). *Journal of Forest Science*. 2004. Vol. 50. P. 219–234.

47. Spies T. A., Franklin J. F., Thomas T. B. Coars woody debris in Douglas-fir forests of western Oregon and Washington. *Ecology*. 1988. Vol. 69. P. 1689–1702.

48. Shvidenko A., Nilsson S., Obersteiner M. Wood for bioenergy: Potential and Reality. *Wood Energy*. № 2. 2004. P. 323–340.

49. Zhovmir M., Geletukha G., Torosow A., Korzhov V. Territorial distribution of unused forest biomass in Ukraine. Proceedings of the 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 10–14 May. 2009. P. 23–24.

50. Van Wagner. The line intersect method in forest fuel sampling / Van Wagner. *For. Sci.* 1968. Vol. 14. P. 20–26.