

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
Відділення «Агрономія»

Агрономії та лісового господарства

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Допускається до захисту
Завідувач відділення «Агрономія»
_____ Любов БЕЗВЕРХА
« ____ » _____ 2025р

ДИПЛОМНА РОБОТА

**на тему: «Аналіз продуктивності деревостанів Баранівського
надлісництва філії «Столичний лісовий офіс»**

Спеціальність 205 «Лісове господарство»

Боюка Сергій Володимирович

Керівник: Гринчук П.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент: Орлов О.О., к.б.н., с.н.с.
(прізвище та ініціали)

Консультанти:

з економічних питань

Тимошенко М.М., д.е.н.

з охорони праці та техн. безпеки

Тимошенко М.М., д.е.н.

Житомир – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

Відділення: заочне

Кафедра: «Агрономії та лісового господарства»

Освітній ступінь: «Бакалавр»

Спеціальність: 205 «Лісове господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри:

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент

_____ Наталія ЦУМАН

“ _____ ” _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ОСВІТИ

Боюці Сергію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи (проекту): Аналіз продуктивності деревостанів Баранівського надлісництва» філії «Столичний лісовий офіс»

керівник роботи (проекту): Гринчук Петро Володимирович, магістр

затверджені наказом по ЖАТФК від 01.04.2025 року № 645-С.

2. Строк подання здобувачем освіти роботи – 15.06. 20205 р.

3. Вихідні дані до роботи (проекту):

3.1. Матеріали лісовпорядкування;

3.2.Звітні дані про господарську діяльність підприємства;

3.3. Статистичні дані кадастрової оцінки лісів підприємства.

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

1. Вступ.

2. Коротка характеристика «Баранівського надлісництва»

3. Огляд літератури
4. Аналіз динаміки продуктивності насаджень «Баранівського надлісництва»
5. Висновки
6. Каталог ресурсів.

5. Консультанти розділів роботи (проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Тимошенко М.М., д.е.н., професор		

6. Дата видачі завдання - 28.01.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика Баранівського надлісництва	02-03.2025	виконано
2	Опрацювання літератури з теми бакалаврської роботи	03.2025	
3	Аналіз динаміки продуктивності насаджень Баранівського надлісництва, на основі статистичних даних кадастрової оцінки лісів підприємства.	04.2025	виконано
5	Написання і оформлення бакалаврської роботи	05-06.2025	виконано

Здобувач освіти _____ Сергій БОЮКА

Керівник роботи _____ Петро ГРИНЧУК

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	5
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА БАРАНІВСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА.....	9
1.1. Географічне розташування та лісокультурний район.....	9
1.2. Природно – кліматичні умови	10
1.3. Характеристика лісового фонду.....	12
1.4. Економічні умови.....	14
1.5. Характеристика трудових ресурсів підприємства.....	16
1.6. Короткий аналіз лісогосподарської діяльності.....	17
РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	24
2.1. Термінологія та основні визначення біопродукційних процесів у лісах.....	24
2.2. Біопродуктивність лісів і напрямки її досліджень.....	26
2.3. Особливості динамічних процесів у лісових фітоценозах.....	30
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ПРОДУКТИВНОСТІ НАСАДЖЕНЬ БАРАНІВСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА.....	35
3.1. Теоретичні та методологічні засади.....	35
3.2. Аналіз динаміки основних таксаційних показників Баранівського надлісництва.....	35
РОЗДІЛ 4. ВИСНОВКИ.....	45
КАТАЛОГ РЕСУРСІВ.....	53

РЕФЕРАТ

Випускна бакалаврська робота присвячена аналізу продуктивності деревостанів Богданівського, Гвоздаренського, Романівського, Любарського, Миропільського, Чуднівського та Чорнолозького лісництв, Баранівського надлісництва філії «Столичний лісовий офіс», у зв'язку з реформуванням галузі та повномасштабним вторгненням на територію України, були використані дані останнього лісовпорядкування підприємства Бердичівське лісове господарство.

Об'єктом дослідження є процеси росту та формування продуктивності насаджень в межах господарської діяльності підприємства.

Мета роботи: провести оцінку зміни біопродуктивності та основних таксаційних показників за досліджуваний період.

Методика досліджень: провести порівняння зміни біопродуктивності та основних таксаційних показників за досліджуваний період на основі даних лісовпорядкування 2016 та 2021 років.

Робота містить 5 розділів загальним об'ємом 55 аркуша, 13 таблиць та 12 рисунків.

Перший розділ містить коротку характеристику підприємства, а саме його адміністративно – територіальну структуру, природно-кліматичні, ґрунтові, гідрологічні умови. Також приведена коротка характеристика лісового фонду, економічні умови району розташування підприємства. Дані по рубка головного користування, рубкам догляду та іншим видам рубок пов'язаних з веденням лісового господарства, заходам з лісозахисту, та охороні лісу.

У другому розділі представлено стан та проблеми пов'язані з вивченням та аналізом біопродуктивності лісів, наведена термінологічна основа та приведений опис літературних джерел котрі використовувалися у процесі написання роботи.

Третій розділ висвітлює порівняння та аналіз дослідних даних які характеризують динаміку біопродуктивності насаджень дослідного підприємства.

У четвертому розділі наводяться узагальнення та висновки зміни динаміки біопродуктивності лісів Баранівського надлісництва.

У п'ятому розділі описується стан охорони праці на підприємстві та дається характеристика заходам, що проводяться з покращення ефективності охорони праці.

Ключові терміни котрі використовувалися у процесі написання бакалаврської роботи: біопродуктивність, продуктивність насаджень (деревостанів), фітомаса, депонування, запас вуглецю, емісія вуглецю.

ВСТУП

В умовах гострого дефіциту відновлюваних природних ресурсів, до яких відносяться і ліси, постало питання забезпечення поступового переходу до сталого лісокористування, а також покращення якісного складу лісів. Виконання цієї задачі потребує не лише застосування комплексу заходів з розширеного виробництва лісових ресурсів, а й вдосконалення їх обліку, оцінки, прогнозу для подальшого планування та управління лісовим господарством на основі впровадження галузевих систем управління [7,121].

Для вирішення сформульованих задач постає проблема теоретичного та методичного обґрунтування практичної реалізації системи моделювання оцінки та прогнозу росту деревостанів [50], що дозволяє отримувати необхідні математичні моделі й таксаційні нормативи у вигляді таблиць ходу росту та продуктивності деревостанів.

Сучасне лісовпорядкування та лісова таксація неможливі без використання комп'ютерної техніки із застосуванням новітніх інформаційних технологій. Впровадження комп'ютеризації викликали суттєві зміни в організаційній структурі, технології та методичних підходах до отримання та обробки лісотаксаційної інформації, що у свою чергу потребує розробки нових підходів до аналізу останньої.

Створення електронної бази даних «Лісовий фонд України», зокрема автоматизованої інформаційно-картографічної системи «Управління лісовими ресурсами» (УЛР), зумовило необхідність застосування методів обліку лісів, які орієнтовані на особливості автоматизованої обробки даних.

Безперервне (щорічне) лісовпорядкування, як один із методів впорядкування лісового фонду країни, на відміну від базового, що застосовувався раніше, має цілу низку переваг [27], які в першу чергу надають можливість отримати найбільш повну та достовірну інформацію про сучасний стан лісового фонду та прогнозу його перспективи. Поглиблене вивчення закономірностей росту модальних деревостанів має особливе значення при

проведенні безперервного лісовпорядкування, оскільки враховує не лише сучасний стан деревостанів, а й їх зміну в динаміці.

Серед складових оцінки існуючого стану деревостанів, одним із важливих, розрізняють створення нормативів продуктивності деревостанів, головними із яких є модальні таблиці ходу росту. Згадані таблиці дають можливість відобразити особливості динаміки та процесів росту у характерних деревостанах, а також оцінити результати ведення господарства, аналізуючи їх стан. Система безперервного лісовпорядкування включає в себе підсистему актуалізації (оновлення) даних лісового фонду, яка потребує розробки нових нормативів для прогнозу росту деревостанів. Модальні таблиці ходу росту можуть слугувати вихідним матеріалом для розробки математичних моделей прогнозу росту деревостанів за основними таксаційними показниками.

Системний підхід до ефективного вирішення поставленої проблеми вимагає розробки об'єктивних методів та математичних моделей актуалізації основних таксаційних ознак деревостанів. Наукова обґрунтованість таких моделей значною мірою визначає точність прогностичних оцінок стану лісових деревостанів, зміст та обсяги проектних господарських заходів, зокрема рубок формування та оздоровлення лісів та рубок головного користування.

Метою бакалаврської роботи є опрацювання системи нормативно-довідкових даних, призначених для таксації природних мішаних модальних деревостанів дуба звичайного на території господарювання Баранівського надлісництва. До цих нормативів слід віднести розробку динамічної бонітетної шкали, яка б враховувала природні особливості росту за висотою вибраної деревної породи та модальних таблиць ходу росту, що характеризуватимуть стан найбільш поширених лісових деревостанів дуба звичайного. Однією з особливостей зазначеної роботи, окрім польових експериментальних досліджень, є використання даних лісовпорядкування, які

містять інформацію про кожний таксаційний виділ досліджуваного об'єкта, а саме бази даних «Повидільна таксаційна характеристика лісів». Остання являє собою частину інформаційної системи «Управління лісовими ресурсами», що збільшує точність та достовірність отриманих результатів.

РОЗДІЛ 1

КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА БАРАНІВСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА

1.1 Географічне розташування та лісокультурний район

Вибрані в процесі аналізу лісництва Баранівського надлісництва розташовані в південній частині Житомирської області на території Бердичівського, Любарського, Романівського та Чуднівського адміністративних районів.

Докладніше про виробничі підрозділи наведено у таблиці 1.1

Таблиця 1.1

Адміністративно-організаційна структура та загальна площа

Найменування лісництв, місцезнаходження контор	Адміністративні райони	Площа, га
Богданівське, кв.60 вид.3	Бердичівський Чуднівський Разом	1908 2235 4143
Гвоздяренське, кв.53 вид. 11	Романівський	2974
Любарське, кв.28 вид. 17	Любарський	3002
Миропільське, смт.Миропіль	Романівський	4126
Романівське, кв.64 вид.8	Романівський	3449
Чорнолозьке, кв.45 вид.3	Бердичівський	5183
Чуднівське, кв.15 вид.5	Чуднівський	3016
Всього		25893

Основним завданням та напрямки діяльності ДП є проведення лісозаготівельних, лісогосподарських лісовідновних, та інших заходів пов'язаних з раціональним використанням і відтворенням лісових ресурсів для захисту навколишнього середовища.

1.2. Природно – кліматичні умови

Згідно до лісорослинного районування територія надлісництва відноситься до західного лісостепу. Фактично лісові масиви розміщені на межі двох лісорослинних районів – лісостепу та Центрального Полісся.

Клімат району розміщення помірно-континентальний і створює сприятливі умови для ведення лісового господарства.

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

Із кліматичних факторів, що негативно впливають на ріст та розвиток лісових насаджень відносяться пізні весняні і ранні осінні заморозки, періодичні посухи, часті зимові відлиги.

Таблиця 1.2

Кліматичні показники

№ п/п	Показники	Одиниця виміру	Значення	Дата
1.	Температура повітря: – середньорічна – максимальна – мінімальна	°C	+9,5 +36,0 –35,0	липень січень
2.	Кількість опадів за рік:	мм	582	
3.	Тривалість вегетаційного періоду	днів	205	
4.	Останні заморозки			2 декада травня
5.	Перші приморозки			2 декада вересня
6.	Середня дата замерзання річок			2 декада грудня
7.	Середня дата початку паводку			2 декада березня
8.	Сніговий покрив: – потужність – час появи – час сходження в лісі	см	23	2 декада грудня 2 декада березня
9.	Глибина промерзання ґрунту	см	37	
10.	Напрямок вітрів, котрі переважають: – узимку – весною – улітку – восени	румб румб румб румб	ПдЗ ПдЗ ПдЗ ПдС	
11.	Середня швидкість панів-них вітрів: – узимку – весною – улітку – восени	м/с м/с м/с м/с	4,3 3,2 2,7 3,5	

Територія лісництв за характером рельєфу являє собою підвищене плато з доволі пологими водорозділами і неглибокими річковими долинами. Територія Любарського та Чуднівського лісництв характеризується більш розчленованим рельєфом з проходженням більш активних процесів ерозії.

Ґрунти переважають в північній частині надлісництва світло-сірі і сірі лісові, а в південній - здебільшого поширені опідзолені чорноземи та темно-сірі лісові ґрунти. За механічним складом ґрунти надлісництва відносяться до легко і середньосуглинистих та супісчаних.

Ерозійні процеси розвинуті слабо, за винятком долин рік Случ та Тетерів.

Територія підприємства розташована в басейнах рік Случ та Тетерів, які являються лівими притоками Дніпра на північно-східній частині Волинсько-Подільського плато.

1.3. Характеристика лісового фонду

Як вище наводилося, загальна площа земель лісового фонду аналізованих лісництв становить 27756 га (детально розподіл по категоріях земель наведений у таблиці 1.3).

В тому числі ліси розподіляються на категорії :

I — 4229 га. II – 5624га.

III — 4653 га. IV – 13267га.

Вкрита лісовою рослинністю територія — 25189 га. З перевагою відповідних порід:

хвойних — 3120 га.

твердолистяних — 18062 га.

Основні показники лісового фонду:

- Середній клас бонітету - 1,0;
- Середня повнота насадження - 0,73;
- Середній річний приріст на 1 га вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок земель 4,5 м.куб/га;

- Річний розмір лісокористування складає 48,3 тис. м. куб;
- Щорічний об'єм лісовідновлення становить 77 га.

Відсотковий розподіл вкритих лісовою рослинністю земель:

- насадження дуба звичайного (52,3%),
- сосни звичайної (9,9%),
- берези повислої (9,3%),
- вільхи чорної (клейкої) (8,0%),
- осики (5,8%),
- ялини європейської (3,2%).

Аналіз показує, що у вкритих лісовою рослинністю землях лісові культури становлять 77,8%.

Таблиця 1.3

Розподіл загальної площі лісового фонду по категоріях земель.

Категорія земель	Площа,га	%
<i>Загальна площа лісового фонду</i>	27756	100
Із них вкриті лісовою рослинністю	25189	90,8
незімкнуті лісові культури	670	2,4
розсадники, плантації	32	0,1
Невкриті лісовою рослинністю	583	2,1
В тому числі:		
- рідколісся	6	
- зруби	163	
- галявини	57	
- лісові шляхи просіки	357	
Разом лісових земель	26474	95,4
<i>Нелісові землі</i>	1282	4,6
В тому числі:		
- рілля	23	
- сіножаті	47	
- пасовища	32	
- водоймища	296	

- болота	658	
- споруди	156	
- дороги	56	
- піски	6	
- інші нелісові землі	8	

Щодо вікової структури основних лісоутворюючих порід то:

Молодняки складають 24,7%.

Середньовікові насадження — 63,5%.

Пристигаючі — 6,7%.

Стигли і перестійні — 5,1%.

Загальний запас насаджень лісового відділення складає 4568,41 тис.м³., середня зміна запасу — 105,79 тис. м³. (на 1 га. — 4,5 м³).

1.4. Економічні умови

Район розташування підприємства відноситься до числа сільськогосподарських районів області з розвинутою переробною промисловістю. Провідною галуззю народного господарства є сільське господарство, яке спеціалізується на вирощуванні зернових та цукрового буряка.

Переробкою деревини займається саме підприємство та приватні підприємці.

Для надання технічної допомоги і контролю за веденням лісового господарства за підприємством закріплені ліси сільських рад і Романівського АПК загальною площею лісових земель 21.3 тис.га.

Лісистість зони діяльності підприємства 13.4 %. Ліси на території району розташовуються як масивами так і окремими урочищами.

1.4.1. Характеристика шляхів транспорту

Район розташування надлісництва характеризується розвинутою мережею шляхів транспорту загального користування. Основними транспортними магістралями в зоні діяльності є автомобільні шляхи

Житомир-Кишинів, Біла Церква-Кременець, Бердичів-Кам'янець-Подільський, Житомир-Староконстантинів, Бердичів-Остріч, Київ-Хмельник. Також територію господарювання лісництв перетинають залізничні сполучення Козятин-Шепетівка, Бердичів-Житомир. Протяжність лісгосподарських доріг на території підприємства складає 397,5 км, із них з твердим покриттям 17,5 км.

Загальна протяжність шляхів транспорту на 1000 га площі складає 15,4 км, а ступінь забезпеченості 100 %.

1.4.2. Лісові такси

Ліси у наведених лісництвах віднесені до I лісотаксового поясу. Розподіл за лісотаксовими розрядами проведено згідно "Такс на деревину лісових порід, що відпускаються на пні і на живицю", затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 20 січня 1997 року № 44.

Існуючий розподіл площі на лісотаксові пояси і розряди не відповідає сучасним економічним умовам і потребує перегляду.

1.4.3. Основні галузі господарства в районі розташування підприємства.

Лісове господарство в районній економіці займає одне з провідних місць.

Наявні в лісовому фонді сільськогосподарські угіддя використовуються для потреб працівників підприємства та лісової охорони.

Випас худоби проводиться в дуже обмеженій кількості і практичного значення немає.

З побічних лісових користувань займаються сінокосінням, бджільництвом, збором грибів, ягід і лікарської сировини місцевим населенням.

Мисливська фауна представлена кабанами, козулями, зайцями, лосями, бобрами, лисицями.

Полювання носить любительський характер.

Крім задоволення потреб народного господарства в деревині і продукції побічних лісових користувань, лісові насадження мають важливе природоохоронне і рекреаційне значення.

1.4.4. Сертифікація лісів

В рік проведення базового лісовпорядкування ліси даних лісництв не сертифікувалися, тому лісовпорядкування рекомендує провести сертифікацію своїх лісів.

Сертифікація лісів має на меті забезпечення економічно, екологічно і соціально збалансованого ведення лісового господарства. Наявність сертифікату засвідчує, що лісова продукція надходить з лісів, ведення господарства в яких здійснюється на принципах невиснажливого, постійного і безперервного лісокористування з врахуванням питань охорони довкілля, збереження біорізноманіття, інтересів працівників лісу та місцевого населення.

Лісова сертифікація не несе мети отримання прибутку, а просто надає підприємству деякі ринкові переваги.

1.4.5. Потреба в деревині

В 2024 р. в лісах аналізованих лісництв в цілому було заготовлено 70,98 тис.м³ ліквідної деревини, в т.ч. ділової – 21,65 тис. м³. Із загального обсягу заготовленої ліквідної і ділової деревини хвойні породи складають відповідно 11,27 тис.м (5,60 тис.м), твердолистяні породи – 40,88 тис.м³ (9,41 тис.м) , м'яколистяні породи – 18,83 тис.м³ (6,64 тис.м³).

Найбільшими споживачами деревини є ТОВ «Кроноспан», ТОВ "ОДЕК", та інші підприємства та організації регіону.

Було реалізовано:

на внутрішньому ринку 69,52 тис.м³,

для потреб населення 1,84 тис.м³,

на власні потреби – 1,45 тис.м³ .

Найбільшим попитом у споживачів користується: дрова паливні.

1.5. Характеристика трудових ресурсів підприємства

В лісництвах що аналізуються, в зв'язку з реформуванням та переведенням у структури ДП «Ліси України», лісозаготівельні послуги, та послуги пов'язані з веденням лісового господарства виконують підрядники, приватні підприємці.

Середньорічна кількість працівників:

- Загалом по лісовому господарству - 115 чоловік;
- Механізаторів та трактористів по лісовому господарству - 25 чоловік.

На підприємстві крім комплексної і наскрізної організації праці, також застосовується індивідуальна і ланкова.

В ДП діють такі форми оплати праці як:

- погодинна;
- погодинно – преміальна;
- відрядна;
- відрядно – преміальна.

Погодинна форма застосовується при оплаті праці на ремонтних роботах автомобілів, кранів, тракторів, обслуговування верстатів, бензопил.

Погодинно – преміальну застосовують при оплаті праці лісокультурникам, керівникам, службовцям та молодшому обслуговуючому персоналу, робітникам що проводять відводи лісосік і на рубках головного користування та рубках пов'язаних з веденням лісового господарства.

За відрядно – преміальною формою нараховується оплата трактористам–машиністам на трелюванні деревини, водіям на вивозці лісу.

1.6. Короткий аналіз лісгосподарської діяльності

1.6.1. Рубки головного користування

На даних лісництвах є затверджена розрахункова лісосіка рубок головного користування на 2016-2021 роки, яка відповідає діючій розрахунковій лісосіці і становить 31,0 тис.м³ ліквідної деревини.

Фактичний відпуск деревини в середньому за рік становив 91 % (28.2тис.м³) середньорічного обсягу діючої розрахункової лісосіки за ревізійний період. Недоруб розрахункової лісосіки пояснюється зміною планових завдань.

Вихід ділової деревини коливався від 45 % до 48 %, а в середньому становить 47 %. Минулим лісовпорядкуванням передбачався вихід ділової деревини по хвойних - 45 %, твердолистяних - 65 %, м'яколистяних - 30 %.

Розбіжність між фактичним виходом ділової деревини та даними розрахункової лісосіки пояснюється станом насаджень, які відводяться в рубку.

Рубки головного користування на 100 % проведені в місцях запроектованих лісовпорядкуванням.

Діюча розрахункова лісосіка і фактичний відпуск деревини відповідає принципу безперервного і невиснажливого лісокористування.

1.6.2. Рубки догляду і вибіркові санітарні рубки

Стан насаджень, не охоплених рубками догляду, на рік лісовпорядкування задовільний.

Облік рубок догляду за видами в лісництвах ведеться в цілому задовільно.

Несвоєчасне проведення рубок догляду привело до небажаної зміни порід на площі 45,8га.

Якість проведення рубок догляду і вибіркового санітарних рубок відповідає прийнятим вимогам. Бувають випадки неякісного проведення освітлень і прочищення - затримка з їх проведенням. Санітарні рубки проводяться на належному рівні. Санітарний стан насаджень на час проведення лісовпорядкування задовільний. Залишків деревини в місцях рубок не виявлено.

Основним методом проведення рубок догляду є комбінований, що поєднує в собі принципи низового та верхового.

Деревина від рубок догляду і санітарних рубок реалізується, в основному, в круглому вигляді.

Вибіркові санітарні рубки мали бути проведені за 3 роки на площі 3250,4 га із запасом зрубаної деревини 51,45 тис.м³. Фактично за 3 роки виконали їх на площі 2395,5 га з запасом 30,52 тис.м³, що в порівнянні з прийнятим другою л/в нарадою обсягом рубок складає 74%. Пояснюється це зміною планових завдань в зв'язку з економічною нестабільністю.

В подальші роки ревізійного періоду вибіркові санітарні рубки проведені на площі 12338,6 га з рубкою 239,02 тис.м³ деревини (в т.ч. ділової 36,06), що було викликано фактичним станом насаджень.

1.6.3. Рубки, пов'язані з реконструкцією насаджень

Рубки, пов'язані з реконструкцією, минулим лісовпорядкуванням проектувались на площі 5.7 га з вирубкою 130 м³ деревини.

Фактично реконструкція підприємством не проводилась.

1.6.4. Інші рубки, пов'язані з веденням лісового господарства

Причини відхилень від проекту це необхідність у виконанні тої чи іншої рубки, що виникає і результаті природного росту насаджень, або ж дії природних факторів. Розрубвання, розчищення кварталних просік, доріг проводилось згідно планових завдань та їх фактичним станом. Про стан виконання цих рубок данні наведені у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4.

Обсяги виконання інших рубок формування і оздоровлення лісів

Види інших рубок	Обсяги за				Тер- мін вико- нання	Фактично виконано за ревізійний період			
	пло- га	запас, тис.м ³				площа, га	запас, тис.м ³		
		за- галь- ний	лік- від- ний	діло- вий			за- галь- ний	лік- від- ний	діло- вий
1 .Суцільні санітарні	17,2	0,77	0,66	0,09	3	64.9	20,32	18,69	3,18
2.Розрубування, розчищення	5,7	0,30	0,09	0,03	3	45.3	0,91	0,52	0,03
3.Зрідження постійних	11,3	0,33	0,24	0,12		11,3	0,35	0,25	0,10
4.Очищення від захаращення						24,6	0,33	0,19	
Всього	34,2	1,40	0,99	0,24		141,6	31,91	19,65	0,13

1.6.5. Заходи з лісозахисту

Випадків виникнення осередків масового розмноження шкідників лісу в ревізійному періоді не зареєстровано.

З хвороб лісу найбільше поширення мали поперечний рак дуба, трутовик осиковий і мікоз дуба.

Запроектовані на ревізійний період лісозахисні заходи виконані в повному обсязі.

Виконаний комплекс заходів з лісозахисту був оправданий та сприяв покращенню санітарного стану і збереженню насаджень.

Проведені санітарні рубки сприяли покращанню санітарного стану насаджень, зменшенню площі деревостанів з осередками хвороб, шкідників лісу, хоча до значного зменшення площі деревостанів з осередками хвороб лісу це не привело.

Отримана від рубок деревина на лісосіках не зберігається, а вивозиться в 10-ти денний термін. При проведенні санітарно-оздоровчих заходів лісництва дотримуються вимог санітарних правил.

Нагляд за шкідниками та хворобами лісу ведеться лісовою охороною і службою міжрайонного лісопатолога. Осередки виявлення шкідників та хвороб представлені в таблиці 1.5. Облік шкідників і хвороб лісу ведеться систематично і реєструється в відповідних книгах обліку за роками в розрізі лісництв.

Таблиця 1.5.

Динаміка осередків шкідників і хвороб лісу за ревізійний період

Види шкідників і хвороб	Площа осередків, га					
	На по-	виникли	лікві-	затухло	залишок осередків	
					усього	в тому числі потребують заходів боротьби
I. Шкідники лісу						
.Вусач чорний ялиновий		3,4			3,4	3,4
. Хрущ травневий		2,0			2,0	2,0
3. Короїд-гравер		1,4			1,4	1,4
Разом		6,8			6,8	6,8
II. Хвороби лісу						
Омела	2,1	4,9		2,1	4,9	4,9
Омела біла		3,5			3,5	3,5
Мікоз дуба		92,3			92,3	92,3
Поперечний рак дуба	1406,5		688,0			
Стовбурні гнилі		774,0			774,0	774,0
Губка дубова		12,4			12,4	12,4
7.Трутовик дубовий		8,6			8,6	8,6
8.Трутовик несправжній дубовий		21,4			21,4	21,4
9.Трутовик несправжній	6,0	11,4	6,0		11,4	11,4
10.Трутовик осиковий	1596,6		646,1			
11.Трутовик лускатий		10,7			10,7	10,7
12. Губка ялинова		8,9			8,9	8,9
13. Коренева губка		20,2			20,2	20,2
Разом	3011,2	975,1	1340,1		2644,1	1222,1

1.6.6. Охорона лісу

Виконані протипожежні заходи дали позитивні результати. Якщо порівнювати дані минулого і теперішнього лісовпорядкування, то площа лісових пожеж зменшилась на 85 %. Беручи до уваги збільшення з кожним роком відвідування лісу населенням, проведення протипожежних заходів було доцільним.

Охорона лісів від пожеж та їх виявлення здійснюється лісовою охороною та пожежними сторожами шляхом патрулювання лісових масивів в пожежонебезпечний період. В лісництвах є оперативні плани з гасіння пожеж, організовано 16 пунктів дислокації протипожежного інвентаря проводиться роз'яснювальна робота з населенням, приймаються і публікуються рішення органів влади. Територія лісництв розділена на 16 майстерських діляниць і 66 обходів.

За два останні роки, було зареєстровано 18 випадків самовільних рубок обсягом зрубаної деревини 12.8 м³ із збитками 5.14 тис.грн, за якими стягнуто 2.3 тис.грн.

По зареєстрованих лісопорушеннях були вжиті такі заходи:

- передача справ про лісопорушення до адміністративних органів та суду;
- стягування штрафів в добровільному порядку.

На території Миропільського лісництва діє одне учнівське лісництво, в діяльності якого бере участь 22 учні. Учнівські лісництва, як структурні підрозділи закладів освіти, забезпечують потребу школярів та учнівської молоді в здобутті знань і навичок у галузі лісівництва, сприяють вихованню свідомого ставлення до праці, до охорони природи, використанню та відтворенню лісових ресурсів та вибору майбутньої професії. В своїй діяльності учнівське лісництво повинно керуватися основними положеннями Закону України "Про освіту", Лісового кодексу України та Положенням про учнівське лісництво загальноосвітніх шкіл та позашкільних навчально-виховних

закладів, затверджених наказом Міністерства освіти України від 01.11.1995 р. № 307.

1.6.7. Загальний висновок за результатами аналізу лісогосподарської діяльності

Позитивні сторони ведення лісового господарства:

1. Ведення лісового господарства здійснювалось в основному згідно проекту по основних розділах направлених на ефективне виконання цільових функцій лісу.
2. Своєчасне освоєння лісокультурного фонду
3. Покращення середніх таксаційних показників.

Негативні сторони ведення лісового господарства:

1. Натурні оформлення лісогосподарськими знаками, встановлюються на ділянках лісогосподарських заходів, не відповідають вимогам діючого стандарту.
2. Незавжди витримується запроектована кількість доглядів за незімкнутими лісовими культурами, що приводить до незадовільного їх стану.
3. Випадки несвоєчасного проведення освітлень в незімкнутих лісових культурах.
4. Наявність незадовільних лісових культур на площі 32.8 га (2.3 %).

В цілому лісогосподарську діяльність за попередній ревізійний період можна визнати задовільною.

За цільовою програмою "Діброва" підприємством створено 247.2 га культур дуба звичайного, які знаходяться у доброму та задовільному стані.

РОЗДІЛ 2

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

2.1. Термінологія та основні визначення біопродукційних процесів у лісах

З розвитком суспільства збільшувався і антропогенний вплив людини на оточуюче середовище, що в свою чергу привело до згубних змін у природі, які проявляються у катастрофічній еродованості ґрунтів, згубних повенях, скороченню лісистості планети, виснаженні і забрудненні природних ресурсів, а також зменшенні біорізноманіття, порушенні балансу вуглецю, руйнуванні озонового шару, зміні клімату, забрудненні середовища важкими металами.

Ліс виступаючи основним компонент біосфери спроможний в поєднанні з іншими типами рослинного покриву створювати та підтримувати екологічну рівновагу. Він має важливе водоохоронне значення та є важливим джерелом кисню. І саме тому охорона, раціональне використання та примноження лісових багатств сьогодні надзвичайно необхідно для людства.

Відповідно даних ООН, загальна площа світового лісу становить близько 4,1 млрд га, де вкриті лісовою рослинністю 3,8 млрд га. Лісистість суші складає 28%. На фітомасу, що утворюють ліси планети, дістається 60% загального обсягу, який створюють всі екологічні системи Землі [23].

Домінуючим фактором, що до повторного розподілу вуглецю на Землі являється активність живої речовини нашої планети, що в свою чергу підтримує всю систему регулювання геохімічних умов, створює їхню відносну стабільність та розглядає можливість існування життя. Термін «жива речовина» увів в наукову термінологію В.І. Вернадський та уособлював під ним сукупність живих організмів Землі [8,9].

Біопродуктивність - здатність угруповань чи певних окремих компонентів, живих організмів створювати, переробляти та накопичувати органічну речовину у відповідних біогеоценозах. Величиною біологічної продуктивності земних екосистем являється біотична продукція сухої

органічної речовини чи енергії, що утворилася на одиниці площі за певну одиницю часу [12].

Виділяють 2 види продукції. Первинну, тобто продукцію автотрофних організмів, спроможних до хемосинтезу, чи фотосинтезу, а самі організми - продуцентами. Основну роль в утворенні первинної продукції грають зелені рослини. До вторинної відноситься продукція створена гетеротрофними організмами, а відповідно організми консументами. Порівняння біопродуктивності екосистем дають за величинами первинної продукції.

Вивчаючи первинну продукцію лісу ми маємо можливість створювати та вирощувати насадження оптимальної структури, густоти і змішування.

Складовими частинами біопродуктивності лісів являється фітомаса, з мортмасою та продукцією [7].

Фітоценотична біопродуктивність характеризується утворенням фітомаси рослинами під час фотосинтезу. *Фітомаса* – являє собою масу живої органічної речовини у надземних і підземних частинах деревостану, одиниці виміру якої $t \cdot \text{га}^{-1}$ сухої речовини [12]. Фітомаса поділяється на деревину та кору стовбура, деревину та кору гілок, зелені асимілюючі органи, генеративні органи, кореневі системи. На процеси формування фітомаси впливають зональні закономірності, що в межах зони залежать від едафічних чинників. На суші поміж природних біоценозів найбільші запаси органічної речовини зосереджено в лісових біоценозах, де вони з року в рік зростають завдяки перевазі деревних рослин.

Мортмаса являє масу вже мертвої органічної речовини рослин включає в себе наступне: сухостій, сухі гілки у кронні, деревний опад, підстилку разом з мертвими підземними органами[12].

Продукція - це створена органічна речовина рослин, що ділиться на зелені органи для асиміляції, стовбурна деревина, кора стовбура, деревина на гілках крони, кора гілочок крони, генеративні органи, кореневі системи [12].

2.2. Біопродуктивність лісів і напрямки її досліджень

На даний час однією з глобальних проблем безумовно залишається вивчення компонентів біопродуктивності лісів і їхнього впливу на ресурсно-енергетичний баланс та екологічні проблеми регіонів. Найкраще обґрунтовані дослідження з біопродуктивності деревостанів приведені у дослідницьких роботах таких вчених: В.М. Горбатенко, В.В. Протопопов [10,20], В.К. М'якушко [14], Л.І. Половников [19], П.І. Лакида [12], А.А.Молчанов, В.В.Смирнов [16]. Видання, що присвячуються біопродуктивності деревостанів щорічно зростають у кількості.

Вивчення структури та продуктивності фітомаси деревостанів представляє собою комплексну проблему, яка складає предмет різних наукових дисциплін: лісівництва, екології, лісової таксації, екологічного деревинознавства, що нині віддалена від бажаного рішення. Це можна пояснити неповним вивченням лісових біогеоценозів відносно плану спільного дослідження їхньої структури та функціонування. Дослідження аналізу фітомаси, що виступає основним складником біопродуктивності лісів до недавнього часу велося у двох напрямках [18]:

а) *біогеоценологічному* взаємопов'язаному із напрямками вивчення певних закономірностей і нагромадження, загально кругообігу речовин разом з енергією у фітоценозі [15];

б) *ресурсознавчому*, який має за мету оцінювати фітотому лісу у вигляді ресурсного потенціалу галузі розподіляючи по необхідних для народного господарства компонентах [5].

Satto T. [15], виділяє три найпоширеніших методи для проведення оцінки фітомаси деревостану:

- 1) *метод середнього дерева* [21], що являється недосить точним, коли оцінюється фітотомас крони, так як середні по діаметру дерева не

завжди являються середніми беручи до уваги інші таксаційні показники;

2) *метод відношення площ перерізів модельних дерев і деревостану* [22], він являється більш точним порівняно з попереднім, проте за умови більш детальнішого відбору моделей по товщині та висоті стовбура, протяжності, поперечником крони і густотою;

3) *регресійний метод*, що у даному часі являється більш універсальним та точнішим. Відповідного даного методу відбираються моделі, що пропорційно відповідають основній різноманітності дерев, щодо діаметра, не часто і висоти. Далі отримані дані, корегуються та вирівнюються з участю регресійного аналізу [1].

Точність для знаходження фітомаси насамперед залежить не тільки від методів відбору з кількості моделей, а також від процесу їхнього обробітку: пори року, години у добі, погодних особливостей, способів поділу за компонентами, обміру разом з зважуванням [6]. Ці фактори обґрунтовують мінливість отримуваних показників фітомаси, які зумовлені, по-перше, неоднаковою участю приросту поточного року у загальній масі фракцій, по-друге, неоднаковим вмістом вологи в фракціях фітомаси, по-третє, з якою точністю проводився відбір модельних гілок з крони і процесів зважування та вимірювання.

На сьогодні науковцями різних країн накопичена велика кількість даних щодо параметри запасів фітомаси. Однак, однією з біометричних задач залишається як і раніше оцінка біопродуктивності дерев і деревостанів за основними складовими компонентами фітомаси у вагових одиницях і розробка відповідних нормативів. Методики оцінки компонентів фітомаси дерев і деревостанів розділяються за наступними підходами:

- **ваговий метод** за якого зважуються фракції фітомаси дерев безпосередньо в лісі із наступним відбором досліджуваних зразків для знаходження їхньої вологості (Родин Л.Е., Семечкина М.Г.) [12];

- **стереометричний метод** відповідно нього визначаються об'ємні данні стовбура і гілок крони з подальшим перерахунком їх у масові одиниці використовуючи показник щільності деревини і кори (Гусев И.Л., Соколов Н.Н.) [12];
- **комплексний метод** передбачає поєднанні обох попередніх методів (Аткин А.С. Поздняков Л.К. та ін.) [12];
- **метод пайп-моделі** полягає в здійсненні оцінки різних компонентів фітомаси крон дерев беручи за основу теорії збалансованої системи та використання ксилемного водного транспорту у рослин (Рождественський С.Г. Усольцев В.А, та ін.) [12];
- **аерокосмічні методи** базується на знаходженні стохастичних залежностей у дешифрованих показниках дерев з насадженнями і певних параметрів фітомаси (Данилин И.М.) [12];
- **метод узагальнення** полягає у аналізі опублікованих результатів досліджень у різних окремих регіонах та побудові використовуючи їхню базу необхідні нормативи для оцінки певних фракцій фітомаси і біопродуктивності деревостанів (Базилевич Н.И. Багинский В.Ф. та ін.) [1];
- **використання геоінформаційних систем і технологій** (Атрощенко О.А. [12]).

В Україні вивчення проблем біопродуктивності лісів відбувалося в період виконання завдань Міжнародної біологічної програми (МБП), яка була схвалена у 1964 році в Парижі. Дана програма виникла у відповідь на загрозу нестачі ресурсів у зв'язку зі стрімким зростанням населення Землі. Основним завданням МБП було вивчення в масштабах планети біотичної продуктивності рослинних і тваринних, наземних, прісноводних і морських, природних і створених людиною угруповань, установлення основних закономірностей розподілу й відтворення органічної речовини – необхідного для існування людства ресурсу, а також визначення найраціональніших способів використання цього ресурсу, ефективних методів його розширеного

відтворення [11]. Методика досліджень МБП не мала за мету розробку нормативів оцінки компонентів біопродуктивності дерев і деревостанів, тож проведені дослідження мали, ботанічно-описовий характер.

Значний боєм робіт виконаний українськими науковцями при проведенні оцінки запасів промислово придатних фракцій окремих частин дерева і фітомаси дерев, якимось чином пов'язаних із використанням в народному господарстві. Особливої уваги слід надати дослідам біопродуктивності лісових фітоценозів В.К. М'якушко [14]. Проведені ним дослідження мали біолого-лісівничу мету та значення. Ним було встановлено, що фітомаса, що накопичується лісовими фітоценозами накопичується по різному, зростає від сухих до свіжих та вологих умов і зменшується в сирих і мокрих лісорослинних умовах.

Якщо розглядати продуктивність і структуру фітомаси як певну комплексну проблему та спираючись на основні принципи передбачені системним підходом, П.І. Лакида [12] розробив нормативи оцінки і математичні моделі компонентів фітомаси для сосни звичайної, що росте на Поліссі, у Лісостепу та на Нижньодніпровських пісках, дуба звичайного, який зростає в Поліссі та в Лісостепу і для ялинових та букових насаджень Карпат.

Досить довго досліди біопродуктивності лісів у нашій країні та за кордоном розглядалися з боку підвищення продуктивності деревостанів, збільшення запасів стовбурової деревини за визначений проміжок часу на одиниці площі. Нині ліс розглядається не тільки як джерело деревини, а також відновлювальне джерело енергії і поглинач парникових газів.

Як «енергетична сировина», найбільш ефективні дрова, відходи лісозаготівель і деревообробки. Деревина – це екологічно безпечне паливо, чий потенціал відновлюється щорічно. Цінність фітомаси, в ролі нетрадиційного джерела поновлювальної енергії, визначається в роботах вітчизняних та зарубіжних вчених. Технологія з якою використовується деревина з відходами в ролі енергетичного ресурсу можливе у двох напрямках. Перший напрям має за мету використання деревини з відходами у ролі

палива, другий навпаки відмовляється від непродуктивного і небезпечного з екологічної точки зору спалювання деревини і її відходів, що може стати цінною технологічною сировиною у виробництві біогазу, суміші 50-80% метану і 20-50% діоксиду вуглецю. Утилізувати в подібний спосіб малоцінну деревини досить задовільно відносно санітарно-гігієнічного погляду так як це не несе негативного впливу на навколишнє середовище [12].

Для вивчення глобальних змін в кліматі повинен розглядатися глобальний цикл вуглецю та внесок лісів у відповідний цикл, який у свою чергу примушує проводити дослідження і окремих елементів біопродуктивності лісів.

Виходячи з проведеного аналізу методики і досягнень вивчення біопродуктивності насаджень можна стверджувати, що накопичено доволі значний досвід дослідження у напрямку продуктивності лісових насаджень за компонентами фітомаси, але більшість мали ресурсознавчий напрямок, та проводилися у інших географічних зонах тому не повною мірою висвітлюють біопродуктивність насаджень основних лісоутворюючих порід України.

2.3. Особливості динамічних процесів у лісових фітоценозах

Динамічні процеси являють собою зміни та порушення у рослинних екосистемах, компонентах деревостанів, популяціях, що відбуваються у часі та просторі коли є дія зовнішніх і внутрішніх чинників [13]. Екосистема - неділимий природний комплекс, що створювався за довгі роки живими організмами і середовищем, їхнього існування там де всі компоненти взаємозалежні тісно пов'язані між собою обміном речовин і енергії. Екосистемою являється тільки те середовище, де є місце стабільності з чітким функціонуванням внутрішнього кругообігу речовин, проходять процеси обмінні енергії [17].

Лісовий біогеоценоз уособлює в собі складну систему, що здатна до саморегулювання та постійного перебування в динаміці. Ріст та продуктивність насаджень напряму залежить від біолого-лісівничих

особливостей деревних порід, лісорослинних умов, географічних районів, кліматичних показників, інтенсивності та режиму господарської діяльності людських і інших факторів. Щоб знайти рішення ряду питань, що зв'язані із веденням лісового господарства та раціональним лісокористуванням, потрібно знати, враховувати динаміку таксаційних показників деревостанів багатьох деревних порід.

На даному етапі напрямом пізнання великих та складних екосистем, з наукової точки зору також напрям знайшов застосування у лісовій галузі, це системний підхід, який започаткували у другій половини ХХ століття. Теоретичні основи і практичне застосування системного аналізу у лісівничих дослідженнях розробили вчені-лісівники: О.А. Атрощенко, К.К. Буш, І.К. Ієвінь, В.В. Загреєв, І.В. Карманова, І.Я. Лієпа, К.Є. Нікітін, А.З. Швиденко, А.З. Швиденко, та ін [12]. Даний підхід дає нам можливість отримати данні з проведення кількісної оцінки взаємозв'язків з різними окремими елементами системи, також дозволяє зменшити затрати часу та коштів, так як вихідна інформація з однієї підсистеми досить часто виступає входом до іншої. Інформація, що отримується з використанням системного підходу до досліджень, має характеристики високо об'єктивної та може застосовуватися у багатьох напрямках пізнання [12].

Манро у моделюванні росту деревостанів спирається на три основні принципи:

1. Перший принцип передбачає, наступне за основну одиницею моделювання береться окреме дерево. При розробці моделі росту деревостану потрібно мати данні таксації окремих частин стовбура і крони, данні оцінки біотичного конкурування дерев і їх просторового розміщення по площі та у системі координат.
2. Другий принцип, має за основну складову у моделюванні окреме дерево, проте у даній моделі змінними виступають вже таксаційні показники дерев не беручи до уваги

їхнього просторового розміщення. Дані отримані з обміру частин деревного стовбура не застосовуються. Для розробки моделі використовуються залежності відносного приросту по висоті, об'єму і діаметру таксаційних показників окремих дерев та деревостанів, з урахуванням факторів навколишнього середовища.

3. Третій принцип в основі має моделювання вже середніх таксаційних показників деревостанів, вже на основі них і будують відповідні моделі. Вони набули доволі широкого застосування у всьому світі, у нас використовуються в вигляді таблиць ходу росту (ТХР).

Хід росту насаджень - це процес під час якого спостерігається ріст та розвиток насаджень, що в свою чергу зумовлюється зміною їхніх таксаційних показників з часом [3]. Який поділяється на два процеси, що проходять в насадженні – приріст живих та відпад відмираючих дерев. В залежності від складу насадження, виділяють ходи росту чистого і змішаного насадження, в залежності від повноти – нормальних і модальних деревостанів, щодо режиму господарства та його кінцевій меті – хід росту насаджень цільового призначення.

Відображення ходу росту насаджень приводиться у спеціальних таблицях ходу росту. Данні таблиці являються основою з нормативно-довідкових даних у процесі веденні лісового господарства, проведенні обліку лісів з їх ресурсами. У проведенні наукових досліджень вони виступають підставою для порівняльного аналізу таксаційних показників, які дають характеристику особливостям росту насаджень.

Хід росту деревостанів залежить від наступних показників: біологічних особливостей породи, повноти та походження, типу лісорослинних умов, віку класу бонітету, кліматичних показників, господарських заходів під час вирощування тощо [12].

Дослідження з визначення продуктивності насаджень набувають особливої актуальності, проте методи задля вивчення ходу росту насаджень і процесу з формування таблиць використовують вже більше 100 років та донині безперервно доповнюються і удосконалюються [2].

Значним досягненням у процесі моделювання процесу росту лісу стало визнання різними науковцями сутності та перспективності використання у статистичній теорії росту насаджень стохастичних процесів в поєднанні з імітаційним моделюванням [4].

Поглиблено вивчаючи процеси росту деревостанів використовуючи стохастичні процеси дає можливість проведення прогнозу росту деревостану, та вірогідність переходу дерев від по ступенях товщини до іншого у процесі росту лісу. Також є певні незручності так як розробка даних моделей пов'язана із накопиченням проведених даних початкових вимірів проведених на постійних пробних площах, а процес збору подібної інформації - місткий за часом та коштами.

Нині стоїть задача необхідності екологізації лісової таксації для розвитку лісової науки. Щоб провести оцінки на глобальних, національних та регіональних рівнях вуглецевого бюджету лісів потрібно провести таксацію фітомаси, первинної продукції та інших показників екосистем у лісі, що раніше при проведенні обліку лісового фонду не визначалися. Що в свою чергу потребує розробки нових видів лісотаксаційних нормативів, таких як таблиці біопродуктивності лісових екосистем.

Процес розробки нормативів по проведенню оцінки біологічної продуктивності деревостанів, що могли б відображати вікову динаміку ключових компонентів фітомаси, є доволі новою. За нормативну основу слугують таблиці ходу росту модальних деревостанів. Вагомий внесок в розробку таблиць, що б відображали динаміку продуктивності деревостанів, і вдосконалили методики їх складання внесли В.В. Антанайтіс, М.П. Анучин, В.В. Загреєв, П.І. Лакида, К.Є. Нікітін, А.А. Строчинський, М.Н. Третьяков, О.В. Тюрін [12]. В зразках таблиць біопродуктивності деревостанів

приводиться динаміка компонентів фітомаси, поточна і середня зміни фракції фітомаси з віком, а у деяких також річна продукція.

Так, А.З. Швиденко, Д.Г. Щепаченко та ін. [12] розробили таблиці що дали змогу провести оцінку біологічної продуктивності деревостанів основних лісоутворюючих порід північної Євразії. Щоб розробити відповідні таблиці біопродуктивності лісових екосистем (ТБП) ними застосовувалися вже існуючі ТХР з зібраними даними про характеристику продуктивності насаджень [12]. Проте недоцільно застосовувати методики побудови ТХР для розробки нормативів динаміки біопродуктивності деревостанів чи «накладання» різних компонентів фітомаси на запас стовбурової деревини. Фітомаса не являється біометричною характеристикою, котру можливо безпосередньо визначити в лісі [12], а її розрахунок проводиться по моделях. Як входи до моделі застосовували показники, які наявні у даних державного обліку лісового фонду, тобто вік, бонітет і повнота за панівними породами [12]. Облік лісового фонду проводиться вже досить тривалий проміжок часу, тому використовуючи перевідні коефіцієнти ми маємо можливість і використовувати його дані та нормативи таблиць ходу росту щоб провести оцінку біологічної продуктивності насаджень в динаміці і статиці.

Виходячи з приведеного вище, у роботах оцінку фітомаси отримували шляхом добутку перевідних коефіцієнтів та запасу основних лісоутворюючих порід, диференційований відповідно віку і класів бонітету. Такий підхід є високою інформативним та достатньо точним і найбільш перспективнішим для проведення оцінки динаміки біопродуктивності лісів.

2.4. Сучасний стан моделювання ходу росту деревостанів.

Моделювання - дослідження будь-яких явищ, процесів або систем об'єктів шляхом побудови та вивчення їх моделей; використання моделей для визначення або уточнення характеристик та раціоналізації способів побудови заново сконструйованих об'єктів. Моделювання - одна з основних категорій теорії пізнання: на ідеї моделювання, власне кажучи, базується будь-який метод наукового дослідження - як теоретичний (при якому використовуються

різноманітні знакові, абстрактні моделі)* так і експериментальний {що використовує предметні моделі}.

За визначенням БЗКМ, моделлю (від латинської *modulus* - міра, зразок) системи аксіом називають будь-яку сукупність (абстрактних) об'єктів, властивості яких і відносини між якими задовольняють дані аксіоми, що слугують спільним (неявним) визначенням такої сукупності.

За визначенням В. А. Штоффа [15), модель ~ це уявно або матеріально реалізована система» яка, відображаючи або відтворюючи об'єкт' досліджень, спроможна замінити його так, що вивчення останньої дає нову інформацію про цей об'єкт.

Математичні моделі виконують найрізноманітніші ролі залежно від їх цілей та методів побудови, а також від особливості модельованих явищ або процесів. Моделі можуть бути статичні (модель розподілу будь-якого таксаційного показника, просторова модель розміщення дерев у деревостані або лісосировинних баз у регіоні) та динамічні (моделі зрідження деревостану з віком, накопичення деревної маси тощо), емпіричні та структурні (функціональні) [10]. Емпіричні моделі дають зовнішній опис, що відображає феноменологічний бік модельованого явища або процесу на основі дослідних представлень або просто статистичного обґрунтування. Зазначені моделі мають індуктивний характер, тобто такі, що йдуть від одиничного до загального, від експериментальних даних до узагальнення, до спроби встановлення закономірності. Побудова функціональних моделей передбачає, що відома суть та форма причинно-наслідкових зв'язків. Ці моделі, навпаки, базуються на дедуктивних методах та складаються із загальних передумов та законів.

Для моделювання процесів, що відбуваються у лісі, в основному використовують емпіричні моделі [10]:

1. Моделі апроксимації та інтерполяції, які застосовуються у випадках, коли дослідні та виробничі дані необхідно представити у вигляді аналітичних виразів.,
2. Моделі управління.
3. Моделі прогнозу (екстраполяції).

Крім того, одним із способів математичного моделювання, що набуло застосування в лісовому господарстві, є імітаційне моделювання, яке стало можливим завдяки розвитку обчислювальної техніки. В основі цього напрямку знаходяться принципи біокібернетики [14, 31].

У системі, що моделюється, визначаються найсуттєвіші, найпринциповіші зв'язки та залежності, на основі яких створюється модель, або комплекс моделей, і передбачалося, що створена модель повинна працювати таким же чином, як і система, що моделюється. Недоліком цього методу суб'єктивне визначення науковцем тих зв'язків, які беруться за основу при моделюванні.

Слід зазначити, що імітаційне моделювання стало якісно новим етапом в дослідженнях біопродукційного процесу в лісах. Однак відставання емпіричних знань у цьому питанні від зростаючої потужності комп'ютерів часто замінює конкретні знання інтуїцією дослідника. Однак метод самоорганізуючої моделі зовсім не піддається змістовній Інтерпретації, що має небезпеку відриву математичної форми від біологічного змісту.

Найпоширенішим у лісовій . таксації методом залишається регресійний аналіз [28, 43, 53, 7, 9, 15]. За його допомогою можна встановити математичний вираз залежності однієї величини від іншої. Перевагою цього методу є поєднання уявлення дослідника про модельований об'єкт у частині добору рівняння для апроксимації та об'єктивні математичні розрахунки коефіцієнтів цього рівняння, які, на відміну від імітаційних, усувають певною мірою суб'єктивізм людини.

Розрізняють лінійні та нелінійні регресійні рівняння, причому цей термін може відноситись як до коефіцієнтів рівняння, так і до незалежної змінної. Теорія нелінійної оцінки зв'язків достатньо складна, тому при дослідженні лісових систем використовують лінійні рівняння (відносно коефіцієнтів) [7].

Математичне моделювання включає в себе наступні послідовні етапи [20]:

1. Обґрунтування мети та постановка основних задач дослідження об'єкта (процесу).
2. Попереднє вивчення об'єкта, виділення його суттєвих характеристик, встановлення обмежень та показників ефективності процесу.
3. Вибір, а за необхідності коригування або розробка нових технічних передумов для моделі, що розробляється.
4. Підготовка вихідних даних (вихідної інформації для моделі, постановка експерименту).
5. Проведення розрахунків моделі, аналіз отриманих результатів та їх зіставлення з характеристиками реального об'єкта.
6. Коригування (за необхідності) розробленої моделі.
7. Реалізація (практичне використання) результатів моделювання, оформлення процесу моделювання у вигляді методик та інструкцій.

Д. Манро (1973) виділяє три основні принципи моделювання росту деревостанів [14,17].

Перший принцип полягає в тому, що основною одиницею моделювання є окреме дерево. Для розробки моделі росту деревостану необхідні дані таксації частин деревного стовбура, вимірів крони, оцінки біологічної конкуренції дерев та їх просторового розміщення на площі..

Другий принцип ґрунтується на визначенні, що основною одиницею моделювання також буде окреме дерево, але збійними моделі виступатимуть таксаційні ознаки дерев без урахування їх просторового розміщення та даних таксації частин деревного стовбура.

Третій принцип моделювання виокремлюється тим, що за основну, одиницю моделювання слугує деревостан і моделі будуються для сукупності деревостанів за їх середніми таксаційними Показниками.

Моделі першого типу створюються на основі детальної інформації про ріст та розвиток окремих дерев у насадженні, зокрема: тип лісорослинних умов, фактор конкуренції дерев, зміна ширини та довжини крони, відстань між деревами, аналіз ходу росту деревного стовбура, поточний приріст за діаметром та висотою за певний проміжок часу (5-10 років) уздовж стовбура» положення дерева в системі координат. Цей напрям моделювання отримав широке застосування в Північній Америці. Зокрема моделі Невнова, Лея, Ліна, Белли, Арнея, Мітчелла [66], а також інші, хоча й мають деякі розбіжності в деталях, є подібними в принципі [7, 67]. Кожний із перерахованих вище вчених вніс свій вклад у розробку математичних моделей за цим напрямом. Невнов, наприклад, перевіряв вплив різних просторових розподілів дерев на деревний відпад. Белла створив Інтерактивний алгоритм для визначення меж впливу конкуренції. Арней показав можливість використання для Імітаційного моделювання деревостанів поточний приріст кожного дерева за п'ятиріччями [7]. Моделі згаданого типу дають можливість отримати цілком повну інформацію про будову деревостану та головне його призначення - перевірити вплив на ріст лісу різних лісогосподарських заходів, таких як схема посадки, рубки догляду та підживлення. Найбільшою перепорою для застосування цих моделей є необхідність інформації про просторовий розподіл дерев та даних таксації частин деревного стовбура.

Моделі другого типу розробляються з використанням залежностей відносного приросту за висотою, діаметром та об'ємом від таксаційних

показників дерева і деревостану, факторів навколишнього середовища. В цих моделях знайшли широке застосування функції розподілу дерев за діаметром, висотою та іншими показниками. Найбільше поширення вказані моделі отримали у скандинавських країнах. Прихильники «аналітичного» методу моделювання ходу росту деревостанів концентрують увагу на розвитку математичної теорії та сумісності функцій приросту та загальної продуктивності деревостанів.

З іншого боку, при емпіричному вивченні функції росту зазвичай застосовується регресійний аналіз з підбором найбільш придатної моделі, не зважаючи при цьому на сумісність функцій приросту та продуктивності [6,7,28,53].

Обидва методи - як «аналітичний», так і «емпіричний», забезпечують достатню значущість результатів і важко з впевненістю стверджувати, який спосіб придатніший для побудови моделей росту та продуктивності деревостанів [160]. Моделі другого типу потребують менше інформації і можуть бути корисними при створенні системи прийняття рішень (під час вибору варіанта ведення лісового господарства). Разом із тим, їх суттєвим недоліком є низька надійність при прогнозуванні приросту окремих дерев.

Моделі третього типу успішно використовуються в різних країнах у вигляді таблиць ходу росту [4, 26]. Таблиці ходу росту та продуктивності деревостанів знайшли широке застосування в країнах колишнього Радянського Союзу. У своїй роботі М.М. Свалов [27] провів детальний огляд та аналіз методів складання таблиць ходу росту та продуктивності деревостанів (описано 12 методів). Крім того, розробив новий метод складання цих таблиць, який включає випадковий відбір вихідних даних, класифікацію деревостанів за верхньою висотою та віком, а також моделювання рівнів повноти та продуктивності деревостанів [26, 27,

28, 30, 41]. Професором М.В. Третьяковим була запропонована ідея виділення типів росту [38, 39], яка знайшла підтримку та була розвинена у

дослідженнях К.Є. Нікітіна [10] та М.В. Давидова [33, 39]. Останній у своїх працях запропонував при вивченні ходу росту деревостанів розглядати три їх типи росту і розвитку: 1) звичайний тип росту; 2) з уповільненим ростом у молодому віці; 3) з швидким ростом в молодому віці [37, 38]. Його дослідження підтвердили той факт, що дубові деревостани насіннєвого походження до 60-70 років зазвичай ростуть повільно, тоді як у старшому віці інтенсивність росту збільшується [8].

Професор В.В. Загребов [52] розробив загальні таблиці ходу росту для соснових деревостанів базуючись на вивченні загальних закономірностей та географічних особливостей росту деревостанів, а також вивчення закономірностей та зв'язку окремих таксаційних показників між собою і лісоторелієвими умовами. Дамі цих загальних таблиць відображають типові лінії ходу росту деревостанів за класами бонітету. Основне їхнє призначення - бути еталоном для порівняльної оцінки ходу росту деревостанів окремих географічних районів та джерелом інформації для розробки загальних таксаційних нормативно-довідкових даних.

Радянські вчені-лісівники використовували біофізичний підхід до теорії росту лісу та математичні методи для оцінки біологічних закономірностей росту деревостанів. Над моделюванням росту останніх на ЕОМ працювали К.Є. Нікітін [10, 1, 12, 13, 14, 15], А.З. Швиденко [5, 47, 48, 49, 50, 51], В.В. Антанайтіс [2, 3], Н.Л. Свалов [26], В.В. Загребов [52], П.І. Лакида [7], М.В. Давидов [37, 38, 39] та багато інших вчених [12, 20, 44, 51, 14, 17, 23 і т.д.]. Для дубових деревостанів вперше таблиці ходу росту були складені професором Б.А. Шустовим [5].

Моделювання росту лісу значною мірою залежить від наявності достатньої кількості точної та повної інформації. Збір такої інформації, як уже зазначалося дуже трудомісткий і дорогий процес. Однак для цього не обов'язково володіти великим банком даних постійних пробних площ. Навіть відносно мала кількість проб, особливо корисних для створення системи

прийняття рішень, у поєднанні з тимчасовими вибірковими пробними площами та аналізами ходу росту деревних стовбурів, можуть забезпечити достатню кількість даних для розробки прийнятних функцій росту деревостанів [14].

На сьогодні створено велику кількість таблиць ходу росту та продуктивності деревостанів. Проте лісовпорядкувальна практика не має комплексу стандартизованих, достатньо точних таблиць, які були б прийняті для всіх стадій проектування.

Більша частина таблиць відображає ріст деревостанів одного, середнього, класу бонітету. З цієї причини такі таблиці мають обмежене використання на практиці. Вихідні дані, в основному, згруповані за класами бонітету загальної бонітетної шкали, тобто за статичними рядами розподілу деревостанів за класами віку та висоти і при цьому не враховуються природа! ряди розвитку [9,27].

М.М. Свалов [27], провівши аналіз застосування комбінованих методик складання таблиць ходу росту відмітив, що більшість дослідників віддає перевагу бонітету, як класифікаційній одиниці. За такого підходу тип лісу має допоміжне значення. Хоча деякі вчені при складанні таблиць ходу росту підбирали дослідні дані за типами лісу, зокрема І.М. Науменко [98], В.І. Льовін [7], М.В. Давидов [36,37,38] та ін. Однак при кінцевому зведенні матеріалу в ряди продуктивності всі вище вказані дослідники віддали перевагу класу бонітету. Як уже наголошувалося, застосування загальної бонітетної шкали виключає можливість побудови природних рядів розвитку [52]. Помилки, що пов'язані зі статичністю цієї шкали та невідповідністю динаміці росту прийнятні для деревних порід із різною біологією. Методично допустимо застосовувати лише масштаб згаданої шкали в базовому віці, але лінії розвитку висот отримувати за даними аналізу ходу росту стовбурів або за значеннями верхніх висот, як було запропоновано К.Є. Нікітіним [10], М.М. Сваловим [27], В.В. Загрєєвим [52] та ін. Тобто виникла необхідність у створенні динамічних

бонітетних шкал, які б характеризували особливості росту кожної окремої деревної породи.

Основною класифікаційною ознакою продуктивності деревостанів є їх середня висота. Середня висота деревостану є одним з основних таксаційних параметрів, в тісній залежності з яким знаходяться майже всі інші таксаційні показники [5]. Однак, розглядаючи висоту у зв'язку з віком, як найбільш досконалу основу для класифікації деревостанів за продуктивністю, слід розглянути питання про Прийнятність середньої висоти та існуючої загальної шкали класів бонітету для побудови рядів розвитку деревостанів.

Ще в 1913 році професором А.В. Тюрінмм (40] було доведено, що незалежно від району зростання, спостерігаються загальні тенденції в рості деревостанів, різниця полягає лише в їх походженні.

Таблиці ходу росту є основою нормативно-довідкових даних при веденні лісового господарства, обліку лісів та їх ресурсів. Необхідність цих таблиць полягає у застосуванні їх при проектуванні лісогосподарських заходів та здійснення робіт з підвищення продуктивності лісів. Існує декілька видів таблиць ходу росту, зокрема для нормальних, оптимальних та модальних деревостанів. Модальні таблиці ходу росту слугують для відображення існуючого стану лісів у даний період та мають широке застосування при проектуванні лісогосподарських заходів. На відміну від таблиць ходу росту дія нормальних деревостанів, модальні таблиці значною мірою залежать від способів та режимів господарювання, що проводяться у лісі [52, 27].

Методика складання таблиць ходу росту подібна як дія нормальних, так і для модальних деревостанів. Основна відмінність полягає у тому для якої повноти проводяться розрахунки [8] - для нормальних (повних) деревостанів відображається динаміка таксаційних показників при відносній повноті 1,0 а для модальних - при тій повноті, яка є середньою або найбільш поширеною (модальною) для таких деревостанів.

Існує багато методик складання таблиць ходу росту [5]. Спільною ознакою дія всіх методик є наявність двох етапів. Перший - встановлення типу росту деревостану. Тип росту характеризує особливість росту деревостану за певним таксаційним показником. Тип росту залежить від ґрунтово-кліматичних умов, які, головним чином, визначаються графічним положенням [38, 39]. Основне завдання таблиць ходу росту полягає у відображенні всіх особливостей росту (типів росту) деревостанів, для яких вони складаються. На думку М.М. Свалова (27) не може існувати загальних таблиць ходу росту, вони повинні складатися для деревостанів окремого лісорослинного району, окремо за породами та за класами бонітету. В проведених дослідженнях теж дотримано саме цього принципу.

Відомо кілька способів визначення ходу росту деревостану. Статистичний метод (метод «смужок») передбачає, що збираються статистичні дані таксаційного показника для всього вікового проміжку певного типу деревостанів. Далі, на їх основі, статистичними методами розраховується крива-гід, яка відображає тенденцію ходу росту визначеного типу деревостану за встановленим показником [5]. Недоліком такого методу є дещо формалізований підхід, при якому розвиток деревостану у часі намагаються дослідити за допомогою статичних вимірювань, що не враховують його динаміки.

Метод вказівних деревостанів базується на тому судженні, що завжди можна виявити характерний для певного типу деревостанів, деревостан або їх сукупність, які будуть максимально повно характеризувати цей тип (типові деревостани). Сукупність таких деревостанів у віковому діапазоні утворюють «природний ряд». Як вже зазначалося вище, дослідження ходу росту деревостану від початку його життя до головної рубки за допомогою постійних пробних площ нераціональне, оскільки потребує дуже багато часу. Тому такі «природні ряди» призначені скоротити термін досліджень, одночасно зберігаючи високу достовірність вихідних даних. Визначення

приналежності окремого деревостану до «природного ряду» проводиться на основі вимірювань тимчасових пробних площ та аналізів ходу росту деревних стовбурів [20, 38, 88].

Типологічний метод передбачає, що деревостани, які належать до одного типу лісорослинних умов, мають спільний хід росту. Іноді сюди додають умову, що деревостани, в яких проводяться дослідження, повинні належати ще й до одного типу лісу [15].

Як правило, основним таксаційним показником для встановлення ходу росту є середня висота деревостану. Середня висота відзначається меншою варіацією ніж середній діаметр, кількість стовбурів чи запас. Деякі автори [11, 7, 27] стверджують, що більш прийнятним показником є верхня висота деревостану (висота найбільших дерев) – вона значно стабільніша, має ще меншу варіацію, ніж середня висота, та майже не залежить від рубок догляду. Зв'язок верхньої висоти із середньою дуже тісний, тому перехід здійснюється без втрат точності даних [7, 35]. Однак верхня висота не набула широкого застосування на виробництві і тому при складанні нормативно-довідкових даних користуються саме середньою висотою.

Другий етап - встановлення взаємозв'язків (як правило регресійних) між таксаційними ознаками встановлених природних рядів. Цей аналіз може виконуватися на основі даних тимчасових пробних площ, оскільки кількість постійних пробних площ буває недостатньою, а також на основі даних таксаційної характеристики модальних деревостанів.

Крім того, можливо використовувати комбіновані методи складання таблиць ходу росту, коли поєднують статистичний та аналітичний методи. Наприклад, динаміка висоти розраховується на основі даних аналітичного підходу, а всі інші параметри встановлювались за допомогою регресійних залежностей на багатому статистичному матеріалі лісовпорядкування [19,27].

2.5. Бонітування деревостанів.

Як уже зазначалось, хоча я у нашій країні, так і за її межами було створено велику кількість таблиць ходу росту, лісовпорядкувальна практика не має на сьогодні таких нормативів, які можливо було б використовувати для різних стадій проектування лісових об'єктів з достатньою точністю їх застосування. Взагалі, створення єдиних (універсальних) таблиць росту для всіх деревостанів неможливо, оскільки кожному з них притаманні свої особливості. Негативну оцінку створення загальних таблиць дав М.В. Третьяков (38, 39], назвавши таку теорію неспроможною. Його оцінка була прийнята у наукових колах без обговорення. Тому виникла проблема у групуванні створених таблиць за певними таксаційними ознаками. Зокрема, вчені дійшли висновку, що таблиці ходу росту та продуктивності деревостанів мають бути поділені за породним складом, тобто складатися окремо для кожної деревної породи. В тому випадку, якщо такі таблиці створюються для другорядних порід, які рідко трапляються в насадженні, їх можливо об'єднувати у групи (наприклад: м'яколистяні). Більша частина таблиць, що вже існують, відображають ріст деревостанів одного, середнього класу бонітету. Такі таблиці мають обмежене застосування на практиці. При складанні місцевих таблиць використовують обмежені експериментальні дані і тому невідома точність їх і складання. Крім того, усі дослідні дані згруповані, основним чином, за класами бонітету загальної бонітетної шкали проф. М.М. Орлова, тобто за статичними рядами розподілу деревостанів за класами віку та висоти, але не за природними рядами розвитку [5]. Відповідно, на цій основі в якості таблиць ходу росту розроблені не таксаційно-статистичні моделі продуктивності. Звідси, на думку М.М. Свалова [26], більшу частину наявних таблиць ходу росту, не можна розглядати як надійний інструмент для проектування лісовпорядкувальних робіт, а для інвентаризації лісу вони взагалі непридатні.

Основними класифікаційними одиницями, які набули поширення при складанні таблиць ходу росту, є бонітет та тип лісу. Зокрема, у методах Баура, Брюса [59], Анучина [5] групування вихідних даних здійснюється за класами бонітету, її свою чергу «фінський» або типологічний метод та метод ЦНДШІ' спираються на класифікацію експериментального матеріалу за типами лісу. Іноді за класифікаційну основу вибирали й інші показники, а саме англійські вчені Хумель і Крісті (Hummel and Christie) [64] як базу основу використовували верхню висоту. Класи бонітету бралися на основі графіка «вік - верхня висота». Того ж самот висновку дійшли й німецькі вчені Ассман і Франц (Assmann, Franz) [58]. Але вони, крім верхньої висоти, також здійснювали поділ за трьома рівнями повноти: максимальний, оптимальний та критичний. Ідею використання верхньої висоти як класифікаційної одиниці підтримали і вчені Швеції, Латвії, Італії та Чехії [83, 61, 62, 63]. К.Є. Нікітін [10], технічно реалізувавши ідею диференціації деревостанів за темпом їх росту в молодому віці, відкрив новий оригінальний метод складання таблиць ходу росту.

При використанні комбінованих методів складання таблиць продуктивності деревостанів провідні науковці теж в основному віддають перевагу бонітету, як класифікаційній основі. Зокрема, це А.М. Поляков [13], В.В. Загрєсв, М.М. Гусєв, М.Я. Саїгіков [51] та ін. Ф.П. Моїсєєнко [9] групував матеріал як за бонітетами, так і за типами лісу, але в остаточному результаті все одно віддав перевагу класу бонітету. Такого ж самот висновку дійшли І.М. Науменко [9], А.Д. Дударєв [45], В.І. Льовін [5], М.В. Давидов [33, 38] та ін.

Зважаючи на наведене вище, можна зробити висновок, що за більшістю методів складання таблиць ходу росту перевага надається бонітету як класифікаційній основі, а тип лісу може виконувати лише допоміжне значення. В той же час клас бонітету (клас добротності) може визначатися

різними способами, зокрема за ґрунтовими умовами, за середнім річним приростом та за висотою і віком.

Клас бонітету за ґрунтовими умовами вперше був використаний при складанні перших таблиць ходу росту у Німеччині Пфейлем та Ісотта. У нашій країні у 1847 роїв Л.Ф. Варгас де Бедемар застосував фунтові умови як допоміжну класифікаційну ознаку [27]*

На сьогодні в країнах Центральної Європи застосовується клас бонітету, що визначається за середнім річним приростом. При цьому деревостан ділять на частини за ступенями продуктивності, що виражаються у одиницях загального середнього річного приросту та позначаються індексами (наприклад індекс 10 означає, що приріст становить 10 м³ у середньому за період від 0 до 100 років) [27].

Клас бонітету, що визначається за віком та середньою висотою деревостану, застосовується при складанні таблиць продуктивності деревостанів ще з початку минулого сторіччя. Наукове обґрунтування цієї класифікаційної одиниці представлено в роботі проф. М.М. Орлова [18].

Аналізуючи висоту у зв'язку із віком, як найбільш досконалу основу для класифікації деревостанів, виникла необхідність розглянута придатність існуючої загальної бонітетної шкали для побудови природних рядів розвитку деревостанів* Слід зазначити, що писала була створена для оцінки продуктивності деревостанів у статистиці.

На недосконалість існуючої бонітетної шкали для класифікації деревостанів вказувало багато вчених Третьяков [39], Карпов [56], Нікітін [9], Льовін [7], Козловський, Стьопін [6], Свалов [14], Загрєєв [51,52] та ін.).

Зокрема у своїх роботах МВ. Третьяков [39] вважав за необхідне створення трьох бонітетних таблиць, які б відображали три типи розвитку деревостанів, а саме: середній, зі спадаючою та зі зростаючою інтенсивністю

росту. А.М. Карпов [6] був переконаний щодо недосконалого поділу деревостанів на рівні класи бонітету. Науковець запропонував створення бонітетної шкали, яка має 10 неоднакових за величиною класів. В.І. Льовін [7], на основі таблиць ходу росту, використовуючи графічний метод, отримав виправлений варіант загальної бонітетної шкали. В.Б. Козловський та В.В. Стьопін [6], методом усереднений бонітетної ніколи та таблиць ходу росту створили дві бонітетні шкали - одну для швидкоростучих осикових, вільхових та березових деревостанів, та другу, окремо, для деревостанів паросткового походження. К.Г. Пікітін [19] реалізував ідею М.В. Третьякова, створивши для насіннєвих деревостанів три бонітетні шкали. Основна таблиця для деревостанів з помірним ростом була отримана із загальної шкали шляхом математичного вирівнювання. Дві інші таблиці відображають ріст повільно- та швидкоростучих деревостанів. На відміну від інших дослідників К.Є. Нікітін використовував не лише таблиці ходу росту, а й зібрані експериментальні дані. При практичному використанні виявилось незручним використання трьох бонітетних шкал, оскільки їх застосування потребує нових розробок зі встановлення інтенсивності розвитку деревостанів у різних умовах росту. Іншої думки дотримується М.В. Давидов [34, 35], вказуючи, що після кількох тренувань із проведенням спрощеного аналізу ходу росту за висотою кожен таксатор зможе визначити тип росту деревостану. В.В. Загреєв [52] виділив 14 типів розвитку для соснових деревостанів, однак для статичної оцінки продуктивності він запропонував єдині таблиці для групи деревних порід.

Проаналізувавши наведені вище результати досліджень різних вчених, розроблені ними бонітетні таблиці та пропозиції щодо їх покращення М.М. Свалов [27] зазначив, що у вітчизняній практиці укорінялася думка про зручність застосування загальних для всіх порід бонітетних шкал. Однак всі пропозиції з покращення існуючих бонітетних таблиць не виключають головного їх недоліку - статичності. Тому бонітетні шкали мають бути

динамічними і скласти класифікаційну основу для побудови таблиць ходу росту. Особливо це стосується таблиць, які будуть стосуватись модальних деревостанів. Крім того, такі бонітетні шкали мають складатися окремо для кожної деревної породи.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ПРОДУКТИВНОСТІ НАСАДЖЕНЬ БАРАНІВСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА

3.1. Теоретичні, методологічні засади та обґрунтування вибору об'єкта досліджень

Аналізуючи роль лісу в глобальному біосферному циклі, домінуюче значення належить досліджуваним даним про їхню біотичну продуктивність. Насамперед проводимо оцінку для вивчення їхньої вуглецеводепонуючої здатності, розглядаємо різноманіття, що представлене в лісовому покриві, проводимо екологічний моніторинг, даємо оцінку ведення господарства.

Вивчення біологічної продуктивності лісу розглядаючи її по компонентах надземної частини фітомаси проводимо шляхом об'єднання 2 методів, а саме це емпіричний та теоретичний. Також крім цих методів можливе використання специфічних методів які розроблялися насамперед для лісової таксації, лісівництва та різних лісівничих дисциплін.

Як ми знаємо за обов'язкову умову до наукових дослідів та даних, що збираються виступає їх достовірність, щоб помилкові данні не призвели до помилкових висновків і тверджень, що в свою чергу приведе до того, що ці данні просто не можливо буде використати щоб розробити певні нормативи для вивчення біологічної продуктивності лісового біогеоценозу, з цього свідчить що для різних випадків потрібно підбирати і відповідні способи досліджень, котрі б повністю задовольняли задачі що перед нами поставлені.

Біорізноманітність лісових насаджень у лісництвах що вибрані для аналізу досить висока, проте і доволі типова для даного типу лісорослинних умов.

Дубові деревостани відіграють надзвичайно велике значення у народному господарстві. Деревина дуба є однією з найцінніших, що вирощується на території України. Вона виокремлюється міцністю, гарною текстурою та довговічністю у використанні, с незамінною для меблевого

виробництва. Крім деревини, цінними якостями відзначається кора дуба, яка містить велику кількість дубильних речовин, та жолуді, що використовуються для годівлі свійських і диких тварин.

На теперішній час, крім народногосподарського, важливу роль відіграє екологічне значення лісів. До того ж, дубовим деревостанам притаманні водоохоронні, водорегулюючі, ґрунтозахисні та протиерозійні властивості.

Вони добре регулюють поверхневий стік, захищають ґрунт від ерозії та джерела води від забруднень. Створення полезахисних лісосмуг не обходиться без їх участі, в тому числі при залісненні яруг та балок [15]. Крім того, деревостани дуба мають рекреаційне та санітарно-гігієнічне значення. На території України існує багато оздоровчих закладів, де однією із складових лікувального процесу є розміщення їх у дубових деревостанах. Дубові ліси України доволі детально вивчені за лісівничими та лісокультурними напрямками [14, 29, 31, 48, 55, 7, 8, 9, 16, 22, 37, 52 та ін.}, тоді як із таксаційної точки зору українським дібровам приділено дещо менше уваги [22, 36, 58, 7, 8, 9].

Можна виділити наступні передумови щодо вибору дубових деревостанів Лісостепу України за об'єкт досліджень.

- 1) Екологічна, економічна та соціальна значимість дубових лісів України.
- 2) Висока господарська цінність дубової деревини та постійне зростання попиту на неї в різноманітних галузях народного господарства країни.
- 3) Сприятливі лісорослинні та географічні умови регіону для вирощування високопродуктивних дубових деревостанів.
- 4) Вікова структура дубових деревостанів із значним переважанням молодняків та середньовікових деревостанів.
- 5) Перехід лісового господарства на методи управління лісами на засадах сталого розвитку.

- 6) Відсутність нормативів щодо оцінки продуктивності модальних деревостанів дуба звичайного.
- 7) Перехід системи ведення лісовпорядкування на безперервну технологію та необхідність проведення актуалізації (оновлення) повидільної бази даних, що потребує створення нових нормативів для оцінки динаміки окремих таксаційних параметрів.

3.2. Аналіз динаміки основних таксаційних показників

Для проведення аналізу динаміки запасів і площ основних лісоутворюючих порід на даному підприємстві використовувалися матеріали безперервного лісовпорядкування з 2021 року та представлено розподіл за такими показниками і на основі цих даних проводилося моделювання наслідків деревостанів дуба звичайного:

1. Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок та запасів лісоутворюючих порід;
2. Відсотки запасів головних лісоутворюючих порід;
3. Розподіл запасів деревостанів за групами віку;
4. Середні бонітети насаджень в межах груп порід.

Для проведення даного аналізу зібрана база даних безперервного впорядкування лісу.

3.2.1. Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок та запасів лісоутворюючих порід

Розглянемо данні які характеризують розподіл лісових ділянок вкритих лісовою рослинністю і відповідно запаси головних лісотвірних порід, ці данні приводяться у табл. 3.1 та рис. 3.1. та 3.2.

Таблиця 3.1

**Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок та запасів
лісоутворюючих порід**

Головна порода	Площа,		Запас	
	га	%	дес. м ³	%
Дуб звичайний	14859	63,5	3930,1	62
Сосна звичайна	2114,8	9	856,5	13,5
Ясен звичайний	402,3	1,7	83,84	1,3
Граб звичайний	356,9	1,5	87,4	1,4
Липа дрібнолиста	109,2	0,5	29,05	0,5
Ялина європейська	864,2	3,7	274,14	4,3
Вільха чорна	1774,6	7,6	388,55	6,1
Береза повисла	1600,8	6,8	347,56	5,5
Дуб червоний	618	2,6	148,65	2,3
Осика	545,4	2,3	158,26	2,5
Інші	866	0,8	38,45	0,6
Разом	23392	100	6342,5	100

Отже виходячи із даних таблиці 3.1 бачимо, що в цілому площі та запаси головних лісоутворюючих порід займають домінуюче положення у господарстві. А найбільша доля участі припадає на дуба звичайного що є і головною породою на підприємстві тому і об'єктом дослідження були обрані саме дубові насадження, що в цілому є доцільним для даного регіону і дась змогу чітко уявити картину по дубових насадженнях підприємства.

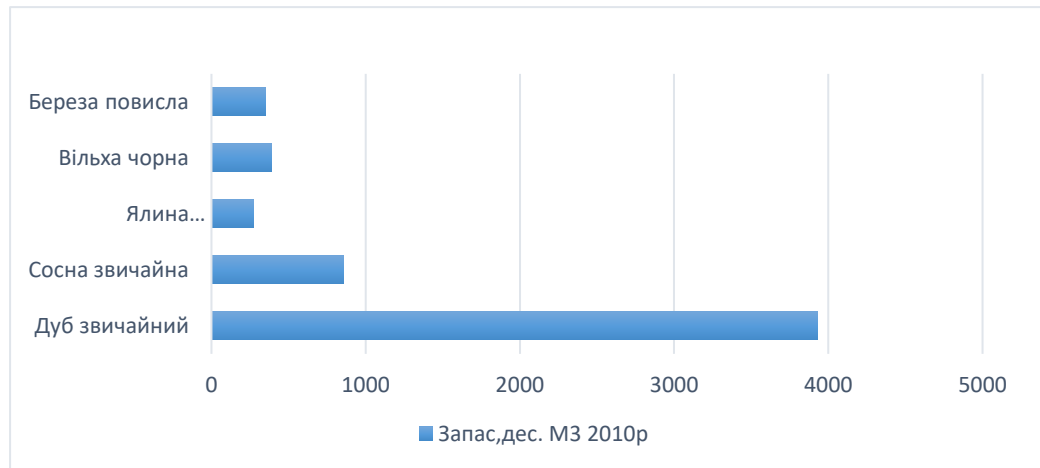


Рис 3.1. Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за запасами головних лісоутворюючих порід.

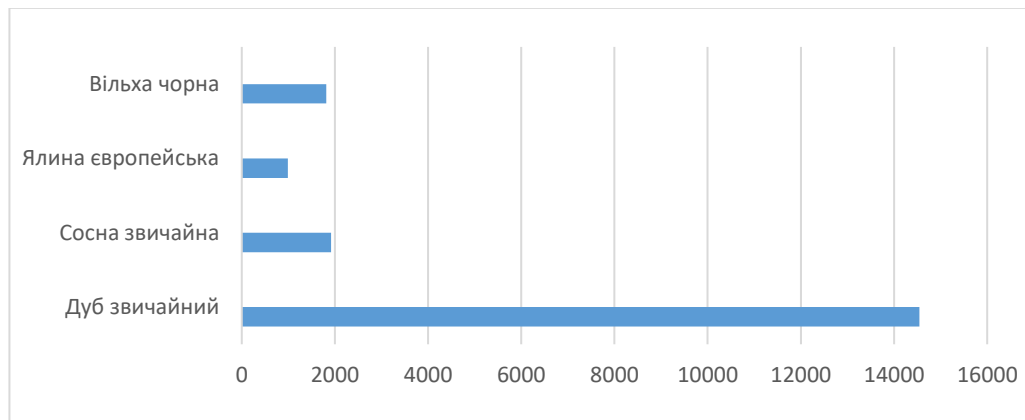


Рис 3.2. Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за площею.

Відсоток запасів головних лісотвірних порід

Одним з найважливіших показників для оцінки лісового фонду є породний склад лісів. Насамперед, в залежності від головної породи, в будь-яких лісорослинних умовах визначаються лісогосподарські заходи які впливають на показники продуктивності, захисні функції, товарна структура та склад насаджень. Породний склад лісу в перспективі визначає шляхи використання деревини та має суттєвий вплив на темпи розвитку деревообробних підприємств.

Доволі сприятливі як ґрунтові так і кліматичні умови району розташування підприємства зумовлюють високу різноманітність у породному складі лісу. На території господарювання лісництв зростає багато деревних

видів, як листяних так і хвойних порід, що переважають у складі. В практиці ведення лісового господарства, для більш узагальненої класифікації прийнято, деревні види об'єднувати в класифікаційні одиниці – групи порід. Так до групи твердолистяних належить дуб звичайний, граб звичайний, ясен звичайний і дуб червоний до групи м'яколистяних належать вільха чорна, осика, береза повисла та липа дрібнолиста до групи хвойних відноситься сосна звичайна ялина європейська. На рисунку 3.3 приведено розподіл груп порід у відсотках

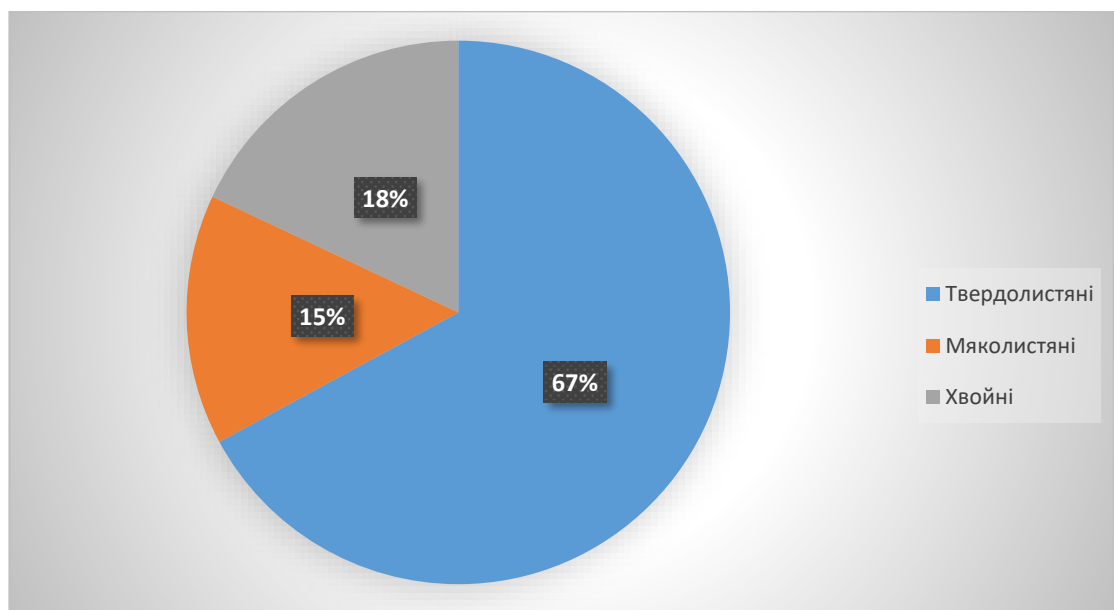


Рис.3.4. Розподіл запасів за групами порід у відсотках

3.2.2. Розподіл запасів деревостанів за групами віку

Вікова структура деревостанів характеризує принципи та підходи до ведення лісового господарства, так як оптимальним напрямком ведення господарства є формування різновікової структури деревостанів, що дає змогу організувати невиснажливе користування лісовими ресурсами. Розподіл площ та запасів за групами віку в межах груп порід на підприємстві приведені на рисунка 3.5 - 3.7

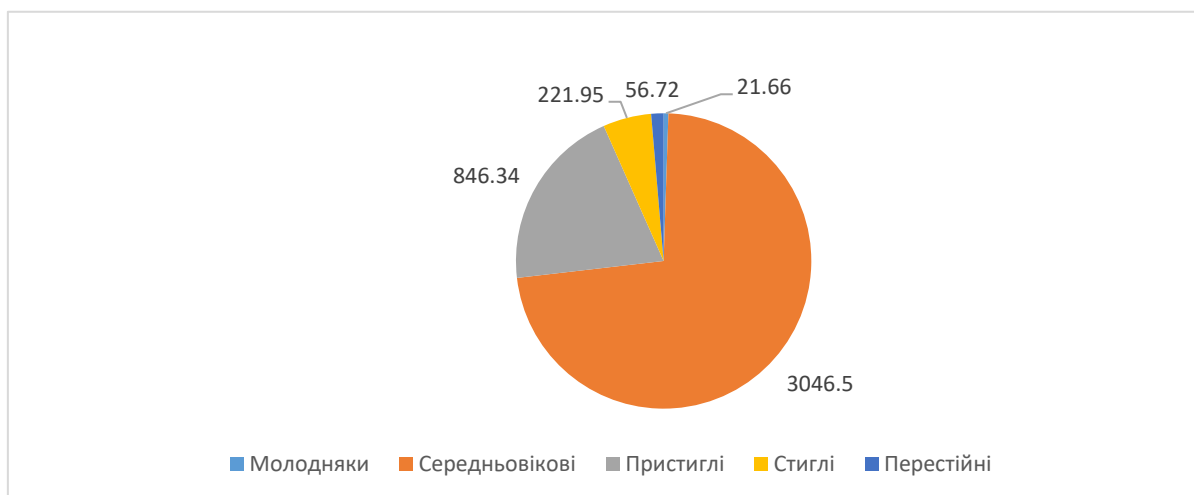


Рис.3.5. Розподіл запасів насаджень за групами віку твердолистяних порід

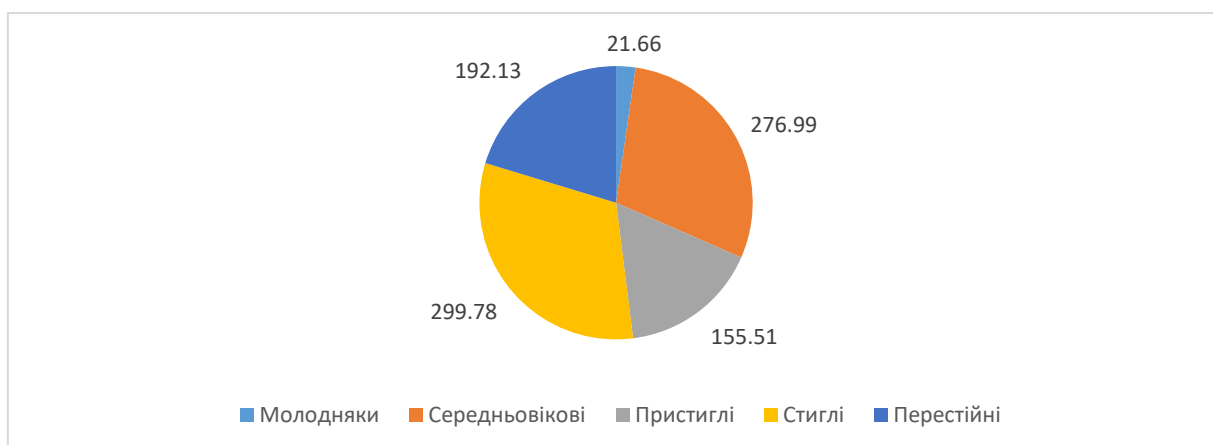


Рис.3.6. Розподіл запасів насаджень за групами віку м'яколистяних порід

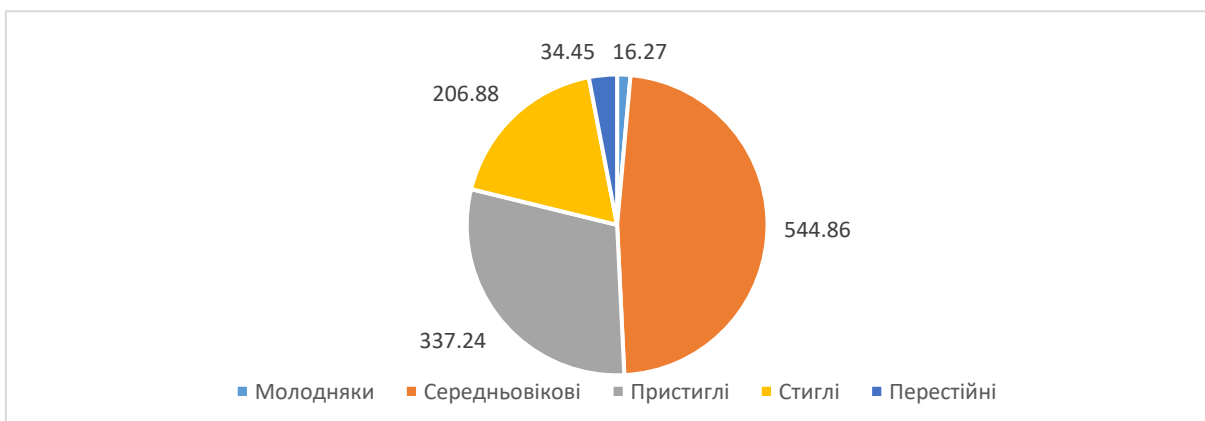


Рис.3.7. Розподіл запасів насаджень за групами віку хвойних порід

Як ми можемо побачити з вище приведених діаграм то у віковій структурі деревостанів переважають середньовікові насадження по всіх групах порід. Це можна пояснити значними обсягами рубок стиглих насаджень та масовим поновленням лісів в недалекому минулому.

3.2.3. Середні бонітети насаджень в межах груп порід

Бонітет це один з найголовніших показників який характеризує продуктивності насаджень. Визначається він за допомогою бонітетної шкали розроблених професором Орловим М.М. Ліси підприємства відзначаються доволі високими бонітетами завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам. Дані розподілу за бонітетами приведені у таблиці 3.2

Таблиця 3.2

Середні бонітети насаджень в межах груп порід 2010роки

Групи порід	2010рік
	Середній бонітет
Твердолистяні	I,1
М'яколистяні	I,0
Хвойні	I,1

Виходячи з даних приведених в таблиці необхідно відмітити, що по насадженнях домінує досить високий клас бонітету. На рисунках 3.11 та 3.12 приводиться розподіл площі за бонітетом та типом лісорослинних умов.

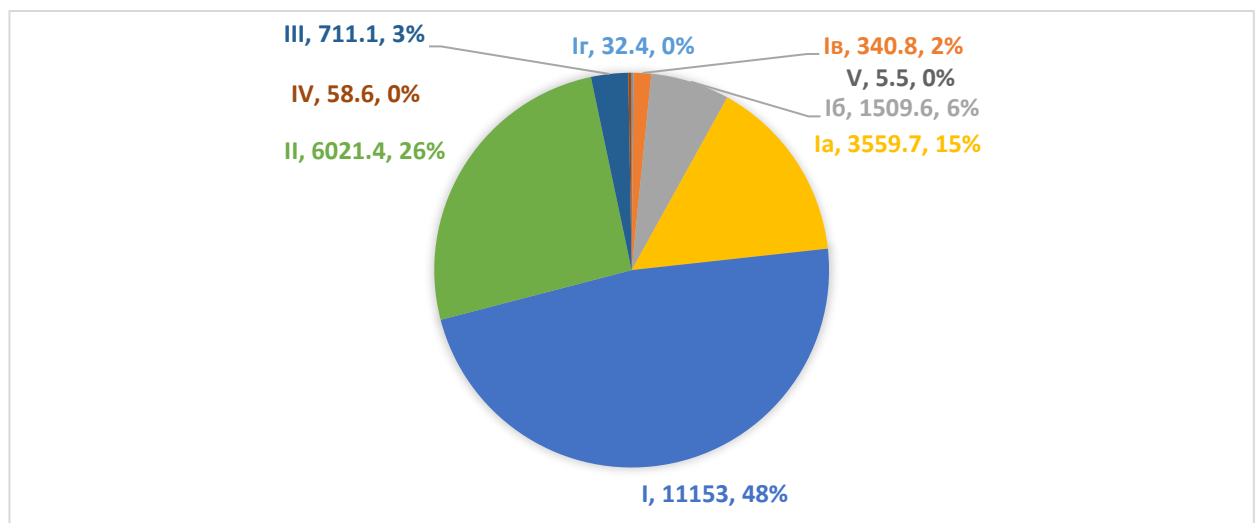


Рис.3.8. Розподіл площі за класами бонітету

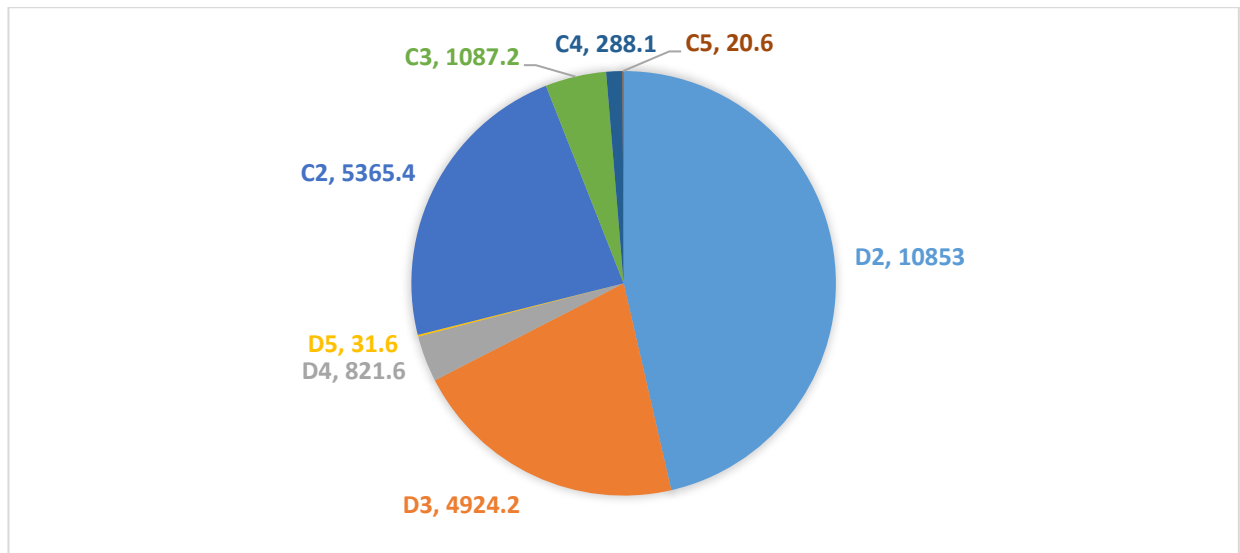


Рис.3.9. Розподіл площі за типами лісорослинних умов

Виходячи із даних рисунків 3.8 та 3.9 видно, на території господарювання досить багаті типи лісорослинних умов, що в свою чергу і визначає клас бонітетів насаджень які тут також досить високі, це свідчить про високу продуктивність насадження. Найбільш переважаючим типом лісорослинних умов є D₂ – 46%, а переважаючий клас бонітету I – 48%

3.3. Продуктивність модальних штучних деревостанів дуба звичайного.

Ліси України за своїм призначенням виконують переважно екологічні (водоохоронні, захисні, санітарно - гігієнічні, оздоровчі, рекреаційні) функції. Поряд з цим, ліси відіграють важливе економічне значенні, оскільки деревина застосовується у більшості галузей народного господарства. Тому важливим показником лісових деревостанів є їх продуктивність. Як зазначає Є.І. Цурик «... однією із економічних ознак лісу є те, що він разом із землею, на якій зростає, виступає одночасно в якості засобу та предмету виробництва, а як ресурс - в якості продукту виробництва» [42]. Тому слід виділяти два фактори, що впливають на формування деревостану, а саме: природної родючості та антропогенного впливу. За результатами аналізу в таблиці 3.3 представлено розподіл площ, запасів та середньої продуктивності штучних дубових деревостанів за віковою структурою.

Таблиця 3.3.

**Розподіл площ, запасів та середньої продуктивності штучних
дубових деревостанів за віковою структурою**

Показник	Усього	У тому числі за групами віку				
		Молод няки	Середнь овікові	Присти глі	Стиглі	Перестійні
Площа, га	11075,6	1047,8	7770	1659,5	519,9	78,4
Запас, тис. м ³	2880,35	57,15	2181,79	486,87	135,59	18,55
Середня продуктивніс ть, М ³ *га ⁻¹	260	55	280	293	261	237

Поділ деревостанів на вікові групи залежить від віку рубки головного користування та протяжності класу віку, котра складає 10 років виходячи з цього вікові групи для дуба звичайного високостовбурного складаються з наступних класів віку:

- Молодняки I-IV
- Середньовікові V-VIII
- Пристиглі IX-X
- Стиглі XI-XIV
- Перестійні XV і вище

За даними таблиці 3.3 у досліджуваній вибірці за площею в основному переважають середньовікові насадження це деревостани віком від 40 до 80 років, що становлять 70% від загальної площі, молодняки – 9,5%, пристиглі – 15%, стиглі – 4,7%, перестійні – 1%. За запасом ситуація аналогічна площі більша частка припадає на середньовікові насадження це 75% від загального запасу. Такий віковий розподіл площ та запасів дубових деревостанів є наслідком надмірних рубок у минулому та значним обсягом

поновлення та створення культур у останні роки. Середня продуктивність становить $260 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ що є оптимальною для даного регіону.

Однією з основних характеристик продуктивності деревостанів є показник бонітету. Розподіл площі дубових деревостанів за класами бонітету наведено на рис. 3.13.

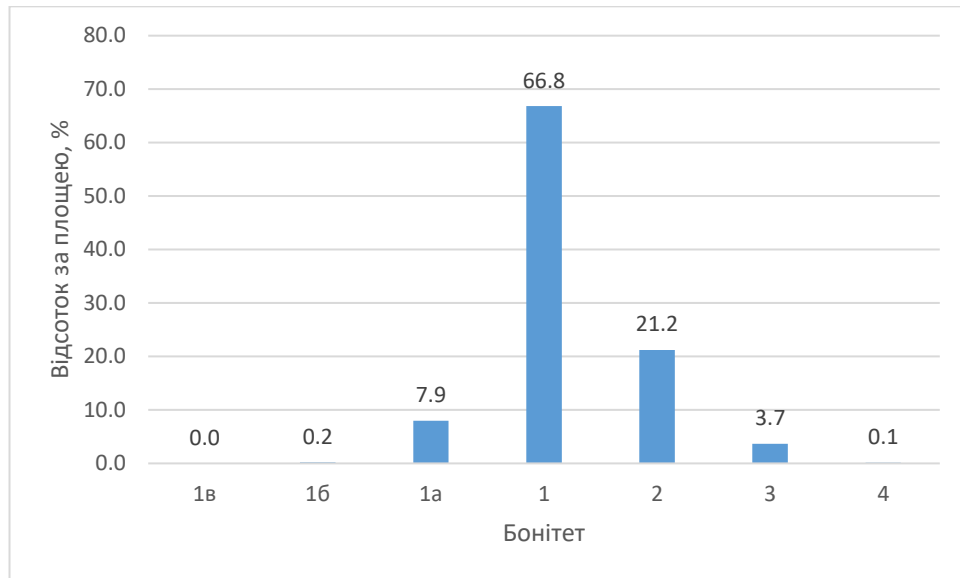


Рис.3.10. Розподіл площі дубових деревостанів за класами бонітету

Аналізуючи діаграму можна стверджувати, що більше половини всієї вибірки займають деревостани I класу бонітету середнє значення класу бонітету становить I,2 що в цілому відповідає середньому бонітету для твердолистяних порід лісового фонду України.

У розрізі класів бонітету було обчислено середні таксаційні показники результати обрахунків занесені в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4.

Середні таксаційні показники насіннєвих дубових деревостанів за класами бонітету

Клас Бонітету	Площа, га	Середні таксаційні показники				
		Вік, років	Діаметр, см	Висота, м	Повнота	Запас на 1га, м ³
Iв	1,4	30	19,4	19,2	0,75	204
Iб	2,38	54	26,6	24,2	0,78	374

Продовження таблиці 3.4.

Ia	880,5	52	24,8	22,1	0,79	340
I	7400,7	68	29,1	24,0	0,75	350
II	2349,5	64	21,4	18,1	0,76	235
III	406,7	51	14,2	12,9	0,77	130
IV	13	26	5,2	5,5	0,7	40
Разом	11075,6	49	20,1	18,0	0,77	239

Порівнявши одержані результати з нормативами ходу росту оптимальних насіннєвих дубових деревостанів України, з урахуванням середнього класу бонітету та лісорослинних умов можна зробити висновок, що досліджувана вибірка за діаметром та висотою відповідає параметрам оптимальних деревостанів, але за запасом трохи нижчі. Таку тенденцію можна інтерпретувати значним зрідженням під час рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства у молодняках, з метою зменшенні кількості доглядів у насадженні. Розподіл площі досліджуваних деревостанів за повнотами приведено на рис. 3.14.

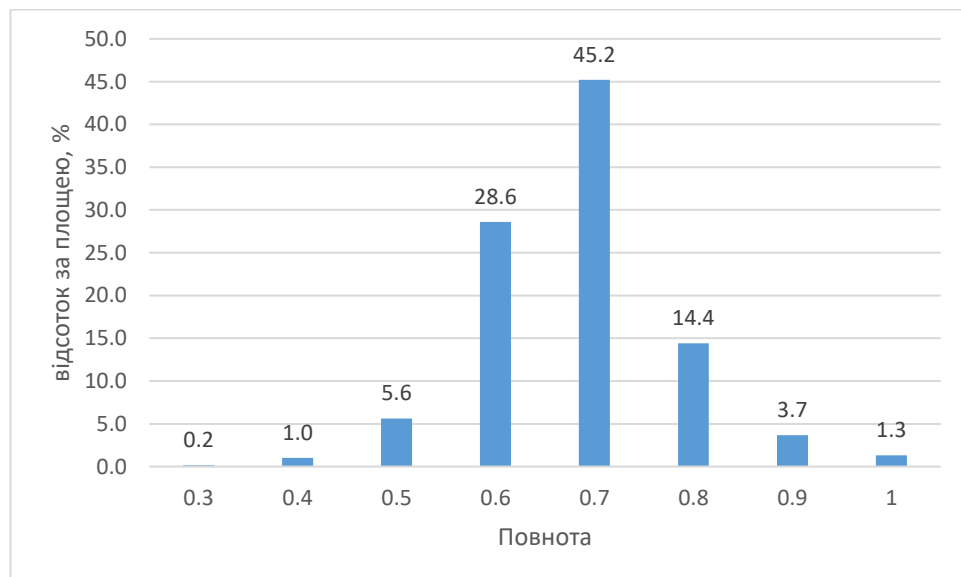


Рис.3.11. Розподіл площі дубових деревостанів за повнотою

За представленою гістограмою, можна стверджувати що більшу частину ділянок утворюють деревостани з повнотою 0,75 середня ж повнота становить 0.75. низькоповнотні деревостани займають незначну площу лише 129.5га.

Деревостани з повнотою 0,5-0,6 зростають на площі 3789,2га. Невелика доля участі деревостанів з високою повнотою, що свідчить про вчасність проведення рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства.

3.4. Моделювання динаміки середньої висоти

Для розробки нормативів актуалізації таксаційних показників важливим елементом виступає створення таблиць ходу росту та динамічної бонітетної шкали для модальних насіннєвих дубових деревостанів. Вивчення, опис та оцінка динамічних процесів є дещо складнішою задачею ніж, наприклад встановлення звичайних статистичних залежностей між величинами, особливо якщо це стосується біологічних процесів росту. Моделювання динаміки таксаційних параметрів повинно враховувати біологічні особливості ходу росту окремих деревних порід.

Середня висота деревостану являє собою один із найважливіших таксаційних показників, з яким у тісній залежності знаходяться майже всі інші таксаційні параметри деревостану з метою Групування дослідних даних виникла необхідність створити динамічну бонітетну шкалу. В її основу було вирішено покласти модель росту, розроблену кафедрою лісової таксації та лісовпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП) для мішаних дубових деревостанів яка має наступний вигляд:

$$H = 1,766 * [1 - \exp(-0,0213 * A * (1 - \exp(-0,325 * A)))]^{1,349} * H^{\text{баз}}$$

де H – середня висота деревостану, м;

A – вік деревостану, років;

$H^{\text{баз}}$ – середня висота деревостану в базовому віці, м.

Після перенесення $H^{\text{баз}}$ у ліву частину рівняння отримуємо модель для відносних висот. Усі моделі були розроблені для деревостану з базовою висотою в 50 років. Для прив'язки динамічної бонітетної шкали до бонітетної шкали до бонітетної шкали проф. М. Орлова було вирішено за базовий прийняти вік 120 років, оскільки саме в цьому віці інтервал між бонітетами

рівний і складає 4 метри. Для цього за допомогою моделі була прорахована відносна висота для віку 120 років, яка складає 1,584. Як простежується з наведеної вище моделі базовий вік деревостану залежить лише від першого коефіцієнта рівняння. Тому поділивши його на індекс відносної висоти в 120 років отримуємо модель з базовою висотою в цьому віці:

$$H = 1,115 * [1 - \exp(-0,0213 * A * (1 - \exp(-0,325 * A)))]^{1,349} * H_{\text{баз}}$$

Порівнявши результати обчислення висоти за моделями було встановлено, що найбільше відхилення спостерігається у віці 30 років і складає 0,026 у відносних величинах або 0,7м у абсолютних. Таке відхилення не є значним тому модель придатна для моделювання середньої висоти для модальних деревостанів.

Підставивши в модель замість базової висоти значення загальнобонітетної шкали проф. М. Орлова отримали динамічну бонітетну шкалу. Отримана шкала наведена у додатку А.

Для порівняння отриманої динамічної бонітетної шкали зі шкалою проф. М.М. Орлова наведемо наступний графік (рис. 3.12)

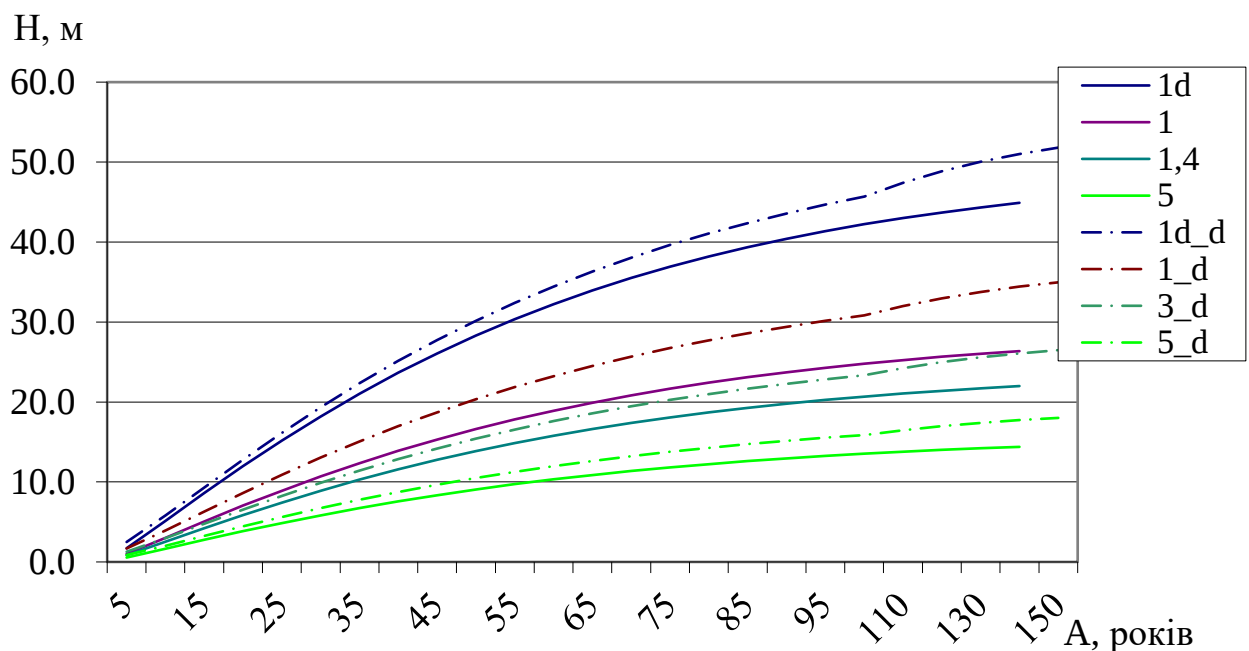


Рис 3.12. Порівняння висоти верхніх меж основних класів бонітету для динамічної (суцільні лінії) та бонітетної шкали проф. М.М. Орлова (пунктирні лінії)

На рис. 3.12 можна відстежити, що в молодому віці (до 50 років) та у старшому значення висот динамічної бонітетної шкали для деяких класів дещо менші, на остачі вікового проміжку значення згаданої шкали перевищують загальнобонітетну. І при цьому спостерігаються наступні залежності: чим вище клас бонітету, тим більший вік, до якого шкала М.М. Орлова перевищує динамічну із зростанням класу бонітету зменшується різниця між бонітетними шкалами; чим нижчий клас бонітету, тим менший вік, в якому різниця між цими шкалами найбільша. Всі ці відмінності можна пояснити побудовою загальнобонітетної шкали М.М. Орлова суто статистичним шляхом із застосуванням з цією метою кількох типів росту [5, 52].

Отже, можна стверджувати, що отримана динамічна бонітетна шкала цілком прийнятна і може в подальшому використовуватися при групуванні експериментальних даних для аналізу та моделювання ходу росту штучних модальних деревостанів дуба звичайного.

3.5. Моделювання динаміки інших таксаційних показників

Наступним таксаційним показником, що підлягав моделюванню, був середній діаметр деревостану. Цей показник знаходиться у тісній залежності з віком та висотою деревостану. Але, крім того, на діаметр істотно впливає відносна повнота що особливо актуально для модальних таблиць ходу росту. Отже, моделювання середнього діаметра проводитиметься як функція від віку, середньої висоти та повноти В результаті багатоваріантного пошуку адекватних моделей росту для побудови нормативів середнього діаметра було використано аллометричну функцію, якій притаманна велика гнучкість.

Оскільки як фактори використовувалися вік, середня висота й повнота то дана модель може бути придатна для будь-якого класу бонітету та набуде наступного вигляду:

При проведенні досліджень та оцінці параметрів моделей керуватимемося загальними передумовами регресійного аналізу [43], а саме:

1. Регресійна модель має пояснювати більше ніж 90% варіації залежної змінної (коефіцієнт детермінації $k > 0,9$);
2. Достовірність моделі оцінюється за F— критерієм Фішера;
3. Коефіцієнти при незалежних змінних мають бути значимі на 5%-му рівні за t -критерієм Ст'юдента;
4. Відносна похибка має складати менше 10% середньої о значення прогнозованого показника;
5. Задишки регресії повинні мати нормальний розподіл без авлокореляпії та систематичних відхилень.

Використавши функцію нелінійної регресії програми SPSS були знайдені коефіцієнти рівняння для дубових деревостанів статистична характеристика яких наведена у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5.

Статистичні характеристики рівняння

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	95% довірливий інтервал	
			Нижня межа	Верхня межа
A0	1,606	0,375	0,869	2,342
A1	1,909E-9	0,000	-2,540E-8	2,922E-8
A2	0,019	0,12	-0,004	0,042

Аналізуючи дані табл. 3.5, можна стверджувати про достатньо високий рівень точності отриманих математичних моделей. Коефіцієнт детермінації R^2

близький до 0,9. Це означає, що рівняння описують близько 90% емпіричних даних, F-критерій Фішера дає можливість оцінити адекватність отриманих рівнянь за принципами дисперсійного аналізу [105, 125]. Якщо фактично порахована величина F факт більша за критичне значення то з імовірністю 0,95 можна стверджувати, що отримана модель адекватна вихідним даним. Критичне значення F-критерію знаходиться в залежності від кількості ступенів свободи [105]. Статистики залишків, асиметрія (A) та ексцес (E), а також їх помилки, дають можливість оцінити нормальність розподілу останніх [32, 82], Коефіцієнт кореляції (r) між залишками та модельованим показником свідчить про відсутність систематичних відхилень при моделюванні.

В останніх дослідженнях, які включали в себе моделювання ходу росту за сумою площ поперечних перерізів виникла проблема у встановленні поведінки цього таксаційного показника з віком. Зокрема, при роботі над модальними таблицями ходу росту, було помічено, що для деяких класів бонітету у старшому віці спостерігається зменшення сум площ поперечних перерізів. На рис. 3.13 наведено середні значення сум площ поперечних перерізів за класами віку та деякими класами бонітету.

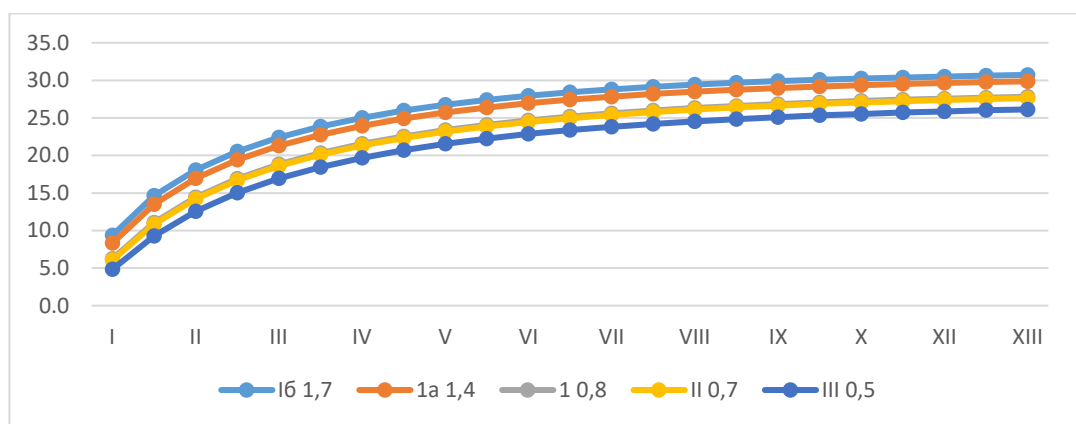


Рис.3.13. Динаміка середніх значень сум площ поперечних перерізів за класами бонітету.

На представленому рисунку у I, III та навіть дещо у II класах бонітету спостерігається спад суми площ перерізів після X класу віку. Оскільки ці класи

бонітету є найпоширенішими, можливо припустити, що такі зміни таксаційного показника викликані нераціональним проведенням рубок, пов'язаних із веденням лісового господарства.

Для математичної апроксимації динаміки суми площ поперечних перерізів необхідно використати модель, яка б мала потрібну гнучкість. З цією метою було перевірено багато ростових функцій, серед яких функція Мітчерліха, Річардса, Бакмана, Шимека та інші. Однак найбільш прийнятніші результати забезпечила та ж сама функція, яка використовувалася нами для моделювання динаміки середньої висоти та у статистиці зустрічається як формула Томазіуса, що має наступний вигляд:

$$y = a_1 * (1 - \exp(-a_0 * x * (1 - \exp(-a_3 * x))))^{a_2}$$

де y – модельований таксаційний показник;

x – незалежна змінна;

a_0, a_1, a_2, a_3 – коефіцієнти рівняння.

Як правило, застосовуючи ростові функції, в як незалежну змінну використовують вік деревостанів. Однак у дослідженнях С.М. Кашпора вказується, що для дубових деревостанів Лісостепу значущий вплив на величину суми площ поперечних перерізів має лише висота деревостану.

Одним з основних таксаційних показників, які характеризують продуктивність деревостанів, є його запас. Класично, в таксації запас виступає функцією від суми площ поперечних перерізів (G), середньої висоти (H) та середнього видового числа (F) [5]. Однак для моделювання запасу було вирішено використати функцію Мітчерліха [59]:

$$y = a * (1 - \exp(-b * x))^c$$

Наведене рівняння відповідає усім вимогам, що ставляться до функцій росту, а саме: проходить через початок координат, монотонно зростає на всьому проміжку визначення, має при цьому S-подібну форму тренду. Крім

того, гнучкість та зручність формули зробили масовим застосування функції при моделюванні ходу росту та динаміки таксаційних показників [60, 68, 69]. Разом із тим, враховуючи, що запас деревостану хоча й існує від самого початку росту, суму площ поперечних перерізів можна визначити лише після того, як середня висота лісостану досягне показника 1,3 м. Для того, щоб внести поправку у формулу, при моделюванні додано вільний коефіцієнт, величина якого визначатиме запас деревостану при середній висоті 1,3 м. Для визначення запасу як незалежну змінну використано середню висоту деревостану. Тоді модель набуде наступного вигляду:

$$M = a_0 + a_1 \cdot (1 - \exp(-a_2 \cdot H))^{a_3}$$

Коефіцієнти рівняння їх оцінка та статистична характеристика рівняння наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6.

Статистичні характеристики рівняння

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	95% довірливий інтервал	
			Нижня межа	Верхня межа
A0	4850,660	3474,926	-1,962,675	11663,994
A1	0,008	0,005	-0,003	0,018
A2	1,390	0,088	1,219	1,562
A3	-1,422	2,528	-6,378	3,534

Усі характеристики точності та адекватності математичної моделі вказують на прийнятність отриманого рівняння для математичної апроксимації запасу від середньої висоти деревостану.

Для моделювання видового числа залежно від породи використовують кілька загальноприйнятих у математиці рівнянь. Зокрема, алометричну функцію гіперболи різних порядків, інколи до рівнянь включають експоненту.

Як аргумент використовують середню висоту (H), середній діаметр (D) або їх поєднання.

Незаперечним рівнянням у лісовій таксації є так звана «класична формула» де однією з її складових виступає середнє видове число. Оскільки вже було проведено моделювання запасу, суми площ поперечних перерізів та середньої висоти деревостанів користуючись «класичною формулою» легко визначити середнє видове число. Динаміку отриманих видових чисел по бонітетах можна побачити на рисунку 3.14.

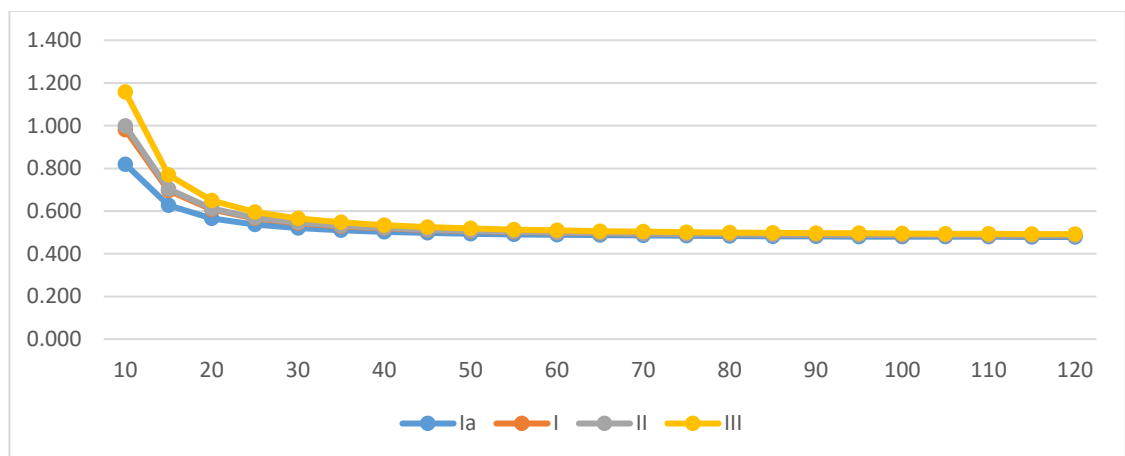


Рис.3.14. Динаміка видових чисел за бонітетами

Згідно з проведеними розрахунками, середнє видове число у дубових деревостанах варіює в межах 0,44-0,45. До 30 років для всіх класів бонітету. Загальна тенденція зміни середнього видового числа в динаміці за класами бонітету відповідає класичним уявленням про вікову структуру видових чисел, а саме: із збільшенням бонітету величина видового числа зменшується.

Кількість стовбурів (N) у таблицях ходу росту обраховується діленням суми площ поперечних перерізів на 1 га (G) на площу поперечних перерізів середнього дерева, яка визначається через середній діаметр деревостану (D).

Аналіз отриманих даних показує, що чим більший показник класу бонітету - тим менша кількість дерев на 1 га, що є логічним та відповідає природі росту лісових деревостанів.

Однією з важливих таксаційних ознак, яка характеризує продуктивність лісостанів, є його приріст. Розрізняють приріст за висотою, діаметром, об'ємом (запасом) тощо. Найбільшого поширення на практиці набув приріст деревостану за запасом, який у свою чергу ділиться на кілька. Приріст, що знаходиться діленням наявного запасу на вік деревостану, називається неповним середнім приростом або середньою зміною запасу та обраховується за формулою $\Delta_M^{cp} = M_A / A$

Деякі вчені, зокрема М. Л. Дворецький та А. С. Матвеев-Мотін, цей вид приросту назвали середнім накопиченням запасу. В таблицях ходу росту такий вид приросту визначається як середній приріст головної або переважаючої породи. Повний середній запас, крім наявного запасу, включає також величину відпаду.

Для визначення поточного приросту необхідно знати кілька об'ємів (запасів) для різного віку деревостанів. Як правило, період визначення нього приросту 5 або 10 років $\Delta_M^{pot} = (M_A - M_{A-n}) / n$ У нашому випадку величина періоду n становитиме 5 років.

Для частини деревостану, що вибирається під час проведення рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства, в першу чергу потрібно знайти основні таксаційні параметри, від величини яких залежать інші показники, а саме: середню висоту та середній діаметр. Для цього використано базу даних тимчасових пробних площ, зібраних кафедрами лісової таксації та лісовпорядкування та лісового менеджменту Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Знаючи ці ж показники для деревостану в цілому, легко знайти редуційне число частини, що вибирається, за наступною формулою:

$$R_x = \frac{\chi^{виб}}{\chi^{заг}}$$

Моделювання редуційних чисел виконувалося за допомогою статистичної програми БРББ 11 використовуючи метод прямої регресії, як

функція вік віку деревостану. Для висоти та діаметра застосовувалося рівняння одного виду, в результаті чого були отримані наступні формули:

$$R_H = -1,776 + 2,485 * A^{0,0156}$$

$$R_D = 0,678 + 2,78 * 10^{-3} * A^{0,856}$$

Статистична оцінка отриманих рівнянь свідчить про низький відсоток дисперсії, що описують ці моделі (R^2 варіює в межах 0,1-0,2, F – критерій близький, значущим виявилися

лише вільні коефіцієнти рівняння). Проте порівнявши реакційні числа, обраховані за наведеними формулами із тими, які встановлені для штучних дубових деревостанів та для оптимальних деревостанів виявилось, що відхилення між ними зовсім незначні, особливо це стосується редуційних чисел за висотою.

Середній діаметр та середню висоту частини, що вибирається, знаходили за формулами:

Наступним кроком було визначення кількості дерев на 1 га частини, що вибирається (ДО8). Вона знаходиться як різниця між кількістю стовбурів деревостану 5 років тому та тією кількістю, що зростає зараз. Тобто кількість дерев у насадженні змінюється на величину, яка була вирубана за 5 років. Суму площ поперечних перерізів частини деревостану, що вибирається, знаходимо використавши вже встановлені середній діаметр та кількість дерев на 1 га.

Запас частини, що вибирається, розраховано за «класичною формулою» таксації, однак зі всіх її складових не вистачає величини видового числа. При цьому значення, отримані для деревостану, були не змодельовані, а пораховані виходячи з відомого запасу, середньої висоти та суми площ поперечних перерізів.

Сума запасів частини, що вибирається, або навіть враховуючи інтенсивність господарювання у дубових деревостанах України, цей показник

можна назвати сумою запасів проміжного користування. Він визначається накопиченням обсягів частини, що вибирається, та показує той загальний стовбуровий запас, який був вилучений із деревостану до певного віку:

$$\sum M_A^B = M_A^B + \sum M_{A-5}^B$$

Де $\sum M_A^B$ - сума запасів проміжного користування зараз, m^3 ;

M_A^B – запас, що вирубується із деревостану зараз, m^3 ;

$\sum M_{A-5}^B$ – сума запасів 5 років тому, m^3 ;

Загальна продуктивність є одним із найважливіших показників при побудові таблиць ходу росту для визначення середнього та поточного приросту. Загальна продуктивність враховує не тільки дійсний запас, а й той, який відпав або був вибраний в результаті господарського втручання людини. Загальна продуктивність розраховується як сума запасу ростучого деревостану та накопичення запасів відпаду.

Повний середній приріст деревостану визначаємо за відомою у лісовій таксації формулою

Поточний приріст за запасом залежить від цілого ряду факторів :

1. Біологічних особливостей деревних порід, складових деревостану;
2. Походження (насіннєве, порослеве, природне або штучне);
3. Вік;
4. Лісорослинних умов (поживні речовини, водний режим тощо);
5. Кліматичних факторів;
6. Повноти і а зімкнутості намету деревостану;
7. Характеру розподілу дерев та ступенями товщини та класами росту;
8. Величини наявного запасу;
9. Проведення лісогосподарських заходів та режиму господарювання;
10. Санітарного стану деревостану;
11. Насіннєвих років;

12. Успадкованих властивостей деревних порід;

13. Різного роду не передбачуваних причин.

Деякі із цих факторів вже достатньо досліджені та встановлені основні закономірності їх впливу на приріст деревостанів, тоді як інші потребують подальшого теоретичного та експериментального узагальнень.

Маючи всі наведені вище обраховані таксаційні характеристики деревостану знаходимо поточний приріст за відомою формулою з величиною періоду 5 років [5].

Модальні таблиці ходу росту, як уже зазначалося, складаються для певної модальної повноти. І хоча ця повнота з віком змінюється проаналізувавши отриману нами при моделюванні середнього діаметру деревостану модель для різних класів бонітету, було сформульовано наступний висновок. Враховуючи точність визначення відносної повноти на практиці та при лісовпорядкуванні можна вважати, що модальною для всіх бонітетів є повнота 0,77 і всі таблиці ходу росту вважати розробленими саме для цієї повноти.

Дослідження проводяться не для чистих дубових деревостанів, а для мішаних і, як уже вказувалося раніше спостерігається суттєва відмінність у долі участі власне дуба звичайної о у складі деревостану.

Вкористовуючи отримані моделі, можна вирахувати запас та суму площ поперечних перерізів для дубової частини деревостану. оскільки вони мають пряму залежність від складу деревостану. Також розраховуємо кількість дерев дуба на 1га, середню та поточну зміни запасу. Аналогічно до деревостану в цілому обчислюються показники частини, що вибирається, для дуба звичайного.

Отримані модальні таблиці ходу росту наведено в додатку В.

РОЗДІЛ 4

ВИСНОВКИ

Вирішальною умовою для процесу розширеного відтворення ресурсів лісу по підприємству являється підвищення продуктивності лісу. Вона в свою чергу на певних ділянках залежить від багатьох факторів, найперше це тип лісорослинних умов. Виробничі підрозділи мають досить багаті ґрунти та оптимальні природні умови, що можна пояснити самою специфікою розташування території лісництва, так як ліси знаходять у межах 2 природно – кліматичних зон це Західне полісся, та Центральний лісостеп. Також доволі суттєві показники це вікова структура та повнота насаджень тому що досліджуване господарство орієнтується на фотрмування різновікових та високоповнотних насаджень. Значний вплив на процеси вирощування лісу визначає агротехніка вирощування лісу Окрім зазначених, значний вплив на продуктивність насаджень надають багато інших показників такі, як географічні, економічні чи інші умови.

Відповідно приведеним вище даним по показникам класів бонітетів ліси підприємства досить продуктивні, при цьому ця тенденція продовжує зростати. Проте, враховуючи, що ґрунти підприємства представлені переважно трофотопами D, в даних типах можливо створення ще кращих так званих еталонних насаджень де показники продуктивності деревостанів набагато вищі чим в середньому по регіоні.

Одним з найважливіших показників при проведенні оцінці лісовго фонду та ресурсів лісу являється вікова структура насаджень. Вона дає змогу зробити уявлення щодо площі та запасів у межах вікової групи, тобто ми можемо планувати роботу підприємства на десятиліття без сильного виснаження лісових ресурсів. По даним які приводилися вище можемо побачити, що значна частина насаджень знаходиться у середньовіковій групі віку. Це можна обґрунтувати наступним чином, більшість лісових насаджень на підприємстві створювалися штучними шляхами, посадкою чи посівом у другій половині XX століття. Також не значний відсоток насаджень, що

перебувають у віці стиглості чи перестійному віці, що пов'язане з значною інтенсивністю рубок. До негативних тенденцій по лісових насадженнях необхідно віднести стан пов'язаний з хвойними породами, насамперед ялиною європейською, запаси та площі якої досить суттєві проте не відповідність оптимальним типам лісорослинних умов для її росту, що призводить до її масового всихання. Також необхідно відмітити зменшення запасів та площ молодняків, це насамперед пояснюється тим, що підрозділи в основному знаходяться на самофінансуванні і з'являється значна нестача коштів на проведення лісокультурних робіт, що звісно є досить негативним явищем. Тобто з наведених показників можливо зробити висновок про нерівномірне ведення лісового господарств, а що в майбутньому дасть надлишок насаджень певного віку та нехватку іншого.

У сучасних умовах комп'ютеризації та автоматизації всіх галузей народного господарства достовірна інформація стає цінним продуктом виробництва, який у свою чергу виступає товаром на ринку готової продукції. На сьогодні, коли лісове господарство переходить на методи управління лісами на засадах сталого розвитку, розробка нових нормативів для оцінки стану лісів та прогнозу їх росту є одним із важливих питань. Особливу увагу слід приділити науковому обґрунтуванню розробки нормативів для оцінки та прогнозу росту лісостанів, що значною мірою визначають точність оцінки стану лісових деревостанів на основі яких визначаються обсяги проектних господарських заходів.

За результатами досліджень, проведених у представленій роботі, можна зробити такі основні висновки:

1. Об'єктом досліджень були вибрані процеси росту, які відбуваються у мішаних модальних лісостанах дуба звичайного, що становлять більше 50% лісів підприємства.

2. Як експериментальні дані для проведення досліджень використовували базу даних «Повидільна таксаційна характеристика лісів».
3. Для групування експериментальних даних, а також для подальшого використання при розрахунку прогнозу росту таксаційних параметрів була побудована динамічна бонітетна шкала, яка враховує особливості росту дуба звичайного.
4. На основі вищезазначеної бази даних були розроблені моделі динаміки таксаційних показників для модальних деревостанів дуба звичайного, які засвідчили достатньо високі статистичні характеристики адекватності та точності. За допомогою отриманих математичних моделей були побудовані модальні таблиці ходу росту.
5. Порівняння отриманих таблиць ходу росту для модальних деревостанів із оптимальними показало, що майже за всіма таксаційними показниками вони значно менші від останніх.
6. Базуючись на побудованих модальних таблицях ходу росту було розроблено комплекс універсальних математичних моделей для прогнозу росту модальних лісостанів за середньою висотою, середнім діаметром, сумою площ поперечних перерізів на 1 га та запасом.
7. Порівняння отриманих нормативів актуалізації основних таксаційних показників з уже існуючими даними показало, що за середньою висотою та середнім діаметром різниці майже не спостерігається або вона знаходиться у межах точності вимірювання.

КАТАЛОГ РЕСУРСІВ

1. Цурик Є. І. Таксація дерева та його частин: навчальний посібник. Львів: НЛТУ України, 2020. 328 с.
2. Цурик Е.І. Перелікова таксація лісу: навчальний посібник. Львів: НЛТУ України, 2021. 260 с.
3. Гром М.М. Лісова таксація: навчальний посібник. 2-ге видання виправлене і доповнене. Львів: НЛТУ України, 2021. 416 с.
4. Фурдичко О.І., Бондаренко В.Д. Першопостаті українського лісівництва: Нариси до лісової історії. Львів: ВАТ «Бібльос», 2020. 386 с.
5. Вітер Р.М., Олійник В.С., Шпарик Ю.С. Практикум з “Лісової таксації.” Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2021. 168 с.
6. 1. Світове лісове господарство. Підручник для студентів напряму підготовки 205 «Лісове господарство» освітнього ступеня «Бакалавр» та освітнього ступеня другого рівня вищої освіти «Магістр» / За ред. к. с.-г. н., доц. В. Б. Левченко: Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 302 с.
7. 2. Дейнека А.М. Лісове господарство: еколого-економічні засади розвитку: монографія. Київ: Знання, 2020. 350 с.
8. 3. ФАО. The State of the World's Forests 2022 URL :<https://www.fao.org/publications/sofo/2022/en/>
9. 4. Лищур І.М. Еколого-економічні проблеми просторової організації лісового комплексу України: монографія. Київ: РВПС України НАН України, 2021. 320 с.
- 10.1. Микула О.Я., Ступень М.Г., Персоляк В.Ю. Кадастр природних ресурсів : навчальний посібник. Львів: «Новий Світ-2000», 2019. 272 с.
- 11.2. Охорона та раціональне використання природних ресурсів і рекультивація земель: навчальний посібник. / за ред.. П.П. Надточія, Т.М. Мисливої. – Житомир: «Державний агроекологічний університет», 2020. 420 с.

- 12.3. Теоретичні основи державного земельного кадастру: навчальний посібник. / за ред. М.Г. Ступеня. Львів: Апріорі, 2019. 341 с.
- 13.4. Возняк Р.П., Ступень М.Г., Падляк І.М. Земельно-правовий процес: навчальний посібник. Львів: «Новий Світ-200», 2020. 224 с.
14. 5. Лісовий кодекс України : Київ: Паливола А.В., 2009. 168 с.
15. 6. Про природно-заповідний фонд : Закон України від 16.06.92 р. №2457-ХІІ : станом на 20. верес. 2024 р.