

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства
та екології
Кафедра біології та захисту лісу
Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Гриб Ярослав Леонідович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти)

УДК 630*161:581.143:581.412:581.132

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Біологічна продуктивність букових насаджень Яворівського НПП
(тема роботи)

205 – лісове господарство
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Мороз Віра Василівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

К.С.-Г.Н.

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2021

Висновок кафедри _____

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ __ від «__» грудня 2021 р.

Завідувач кафедри

д.б.н., професор

(науковий ступінь, вчене звання)

Житова Олена Петрівна

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

«__» грудня 2021 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Гриб Ярослав Леонідович** захистив

(прізвище, ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Гриб Я.Л.: «Біологічна продуктивність букових насаджень Яворівського НПП». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 205 – лісове господарство – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

У кваліфікаційній роботі розглядаються питання біологічної продуктивності букових деревостанів Яворівського національного природного парку.

Згідно з проведеними польовими дослідженнями у заповідній зоні Яворівського національного природного парку (Яворівський НПП), встановлено особливості ходу росту за букових деревостанів за діаметром, висотою та віком деревостану.

Встановлено, що приріст букових лісів заповідної зони за висотою цілком сходиться з показниками які запропоновані для масивних лісових насаджень. При визначенні приросту за діаметром, зауважується певна відмінність, до 50 років діаметр є меншим за нормативні показники на 4 см, але потім приріст починає зростати й у віці 120 років є на 19 см більшим за нормативні данні.

Отримані в ході аналізу емпіричні рівняння множинної степеневої регресії, можуть бути використані для встановлення віку деревних порід за висотою і діаметром, що є важливим для моніторингу букових деревних рослин Яворівського НПП.

Встановлено, що букові деревостани заповідної зони парку щорічно акумулюють у своїй фітомасі 77,0 тис. т вуглецю.

З'ясовано, що кількість втрачених деревних порід під час вітровалу 2020 р. могла б акумулювати у своїй фітомасі 34 т вуглецю.

Ключові слова: бук, діаметр, висота, вік, статистика, біопродуктивність.

ANNOTATION

Hryb Y.L.: "Biological productivity of beech plantations of Yavoriv NNP". Qualification work for a master's degree in 205 – forestry – Polissia National University, Zhytomyr, 2021.

The qualification work considers the issues of biological productivity of beech stands of Yavoriv National Nature Park.

According to the conducted field researches in the protected zone of Yavoriv National Natural Park (Yavoriv National Nature Park), the peculiarities of the growth course of beech stands by diameter, height and age of the stand have been established.

It is established that the growth of beech forests of the protected zone in height completely coincides with the indicators proposed for massive forest plantations. When determining the increase in diameter, there is a difference, up to 50 years the diameter is less than the normative indicators by 4 cm, but then the increase begins to increase and at the age of 120 years is 19 cm larger than the normative data.

The empirical equations of multiple degree regression obtained during the analysis can be used to determine the age of tree species in height and diameter, which is important for monitoring beech tree plants of Yavoriv NNP.

It is established that beech stands of the reserve zone of the park annually accumulate in their phytomass 77.0 thousand tons of carbon.

It was found that the number of lost tree species during the 2020 windstorm could accumulate 34 tons of carbon in its phytomass.

Key words: beech, diameter, height, age, statistics, bioproductivity.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	3
ЗМІСТ.....	5
СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ В СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I	ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ НА СТАН НАСАДЖЕНЬ ЯВОРІВСЬКОГО НПП..... 10
1.1.	Характеристика об'єкту дослідження..... 10
1.2.	Вплив вітровалу на стан лісів 10
РОЗДІЛ II	МЕТОДИКА ТА ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ..... 19
2.1.	Методика проведення досліджень..... 19
2.2.	Збір дослідного матеріалу..... 20
РОЗДІЛ III	ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ БУКОВИХ ЛІСІВ..... 22
РОЗДІЛ IV	БІОЛОГІЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ <i>FAGUS</i> <i>SYLVATICA L.</i> 26
ВИСНОВКИ.....	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	30

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ В СКОРОЧЕНЬ

НПП – національний природний парк;

ПОНДВ – природоохоронне науково-дослідне відділення;

ТПП – тимчасова пробна площа;

Бкл – бук лісовий;

Сз – сосна звичайна;

Дз – дуб звичайний;

Гз – граб звичайний;

Яле – ялина європейська;

Клг – клен гостролистий;

кв. – квартал;

в. – виділ;

м³ – метр кубічний;

кг – кілограм;

т – тонна;

см – сантиметр;

га – гектар.

ВСТУП

На Розточчі бук лісовий є головною лісоутворюючою деревною породою, він займає 28,4% вкритої лісовими землями лісові ділянки і поступаються тільки сосновим деревостанам, частка яких становить 45%.

На сучасному етапі досліджень багато наукових робіт присвячено вивченню біологічної продуктивності масивних лісових насаджень, але важливим залишається питання встановлення біопродуктивності букових лісів які зростають на заповідних територіях.

Біологічна продуктивність лісів залежить від віку насадження, висоти та діаметру, а також від накопичення фітомаси різними фракціями дерева.

Біологічною продуктивністю лісів займаються як українські, так і закордонні дослідники. Відомими дослідниками серед радянських є: І.Ф. Букша [2], П.І Лакида [17-19], В.К. Мякушко [23], В.П. Пастернак [25], Д.Г. Щепашенко [51]; серед закордонних: Н.І. Базилевич [1], О.С. Ватковський [3], І.А. Гагошидзе [4], Г.С. Дзєбисашвілі [9], А.С. Ісаєв [10], А.А. Онучин [24], Т.Х. Токмурзин [29, 30], Тябера А.П. [31], В.А. Усольцев [32-37], В.В. Успенський [38, 39], А.І. Уткин [40-48], Б.П. Чураков [49] та ін. [8, 20-22, 52].

Біологічна продуктивність лісів залежить від характеру рельєфа, типу лісу, природо-кліматичних чинників, антропогенної діяльності, освітлення території та ін. [7, 14].

Враховуючи підписану Паризьку угоду (2016 р.) яка діє в рамках Кіотського протоколу, перед Україною стоїть завдання обліку парникових газів і вуглецепоглиначів, якими і є лісові насадження [6, 12, 13].

Ціллю кваліфікаційної роботи було встановити особливості росту, розвитку та біологічної продуктивності букових лісів Яворівського Національного природного парку (Яворівського НПП) що зростають у заповідній частині території.

Актуальність теми у встановленні біопродуктивності букових лісів заповідної зони Яворівського національного природного парку.

Мета і завдання. Метою кваліфікаційної роботи – визначити біологічну продуктивність букових лісів заповідної зони національного природного парку в залежності від віку деревостану.

Завдання:

- встановити приріст букових лісів за діаметром і віком насадження;
- встановити приріст букових лісів за висотою і віком насадження;
- провести порівняльний аналіз фактичних даних з нормативними показниками;
- одержати емпіричні залежності за параметрами – вік, висота, діаметр;
- встановити фітомасу букових лісів;
- визначити вуглецепоглиняльну здатність букових лісів Яворівського НПП.

Об'єкт досліджень – букові ліси заповідної зони Яворівського національного природного парку.

Предмет досліджень – особливості приросту букових лісів за діаметром, віком, висотою, визначення біопродуктивності.

Методи досліджень: польовий – збір показників для проведення аналізу; лісівничо-таксаційний – встановлення біометричних показників дерева, склад насадження, повнота, бонітет; математико-статистичні – проведення статистичного аналізу за допомогою пакету аналізу даних Microsoft Excel, екологічні – встановлення вуглецепоглиняльної здатності букових лісів заповідної території парку.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

Мороз В.В., Вірко П.О., Гриб Я.Л., Боричевський В.М., Овсійчук В.Б. Ріст та розвиток панівних деревних порід у Яворівському національному природному парку. *Scientific discussion*. 2021. № 61. С. 6-11.

Практичне значення отриманих результатів.

Результати кваліфікаційної роботи можна використовувати для обліку букових деревостанів заповідної території Яворівського національного природного парку.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновку. Викладена на 34 сторінках комп'ютерного тексту. Робота містить 4 таблиці, ілюстрована 12 рисунками. Список використаної літератури нарахує 52 літературних джерела.

РОЗДІЛ І

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ НА СТАН НАСАДЖЕНЬ ЯВОРІВСЬКОГО НПП

1.1. Характеристика об'єкту досліджень

Яворівський НПП розташований у Яворівському районі Львівської області. Парк створений 1998 р. на базі природного ландшафтного парку та двох військових лісгоспів Старичівського та Магерівського, його площа 7,1 тис. га. Головним завданням парку є збереження, відтворення унікальних ландшафтів території в межах Головного Європейського вододілу [27, 28].

Територія парку є цінною з географічної точки зору в неї зібрано біорізноманіття трьох регіонів – Поділля, Полісся, Карпати.

Через південно-східну частину парку протікають річки: Стара Ріка, Ставчанка, Свиня, Дерев'янка, Верещиця.

Рельєф місцевості різноманітний складається з безіменної гори висотою – 403,6 м, та інші висоти – Булава – 397,0 м, Вівсяна гора, Березняки і Кубин по 378,0 м, Болтова – 360,0 м.

Територія парку різноманітна грабово-дубовими, сосново-дубовими та низинними вільховими лісами. Флора парку складається з 700 видів судинних рослин, 18 з яких занесені до Червоної книги України. Фауна парку складається з 290 видів хребетних тварин серед яких складаються з 48 видів ссавців, 200 видів птахів, 24 види риб, 11 – земноводних, 6 – плазунів [27, 28].

Однією переважаючих деревних порід парку є бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.) у заповідній зоні його частка становить 49,1 %.

1.2. Вплив вітровалу на стан лісів

Сильний вітровал спостерігався 11 липня 2020 року, в наслідок якого постраждала частина насаджень Яворівського національного парку. Повалені

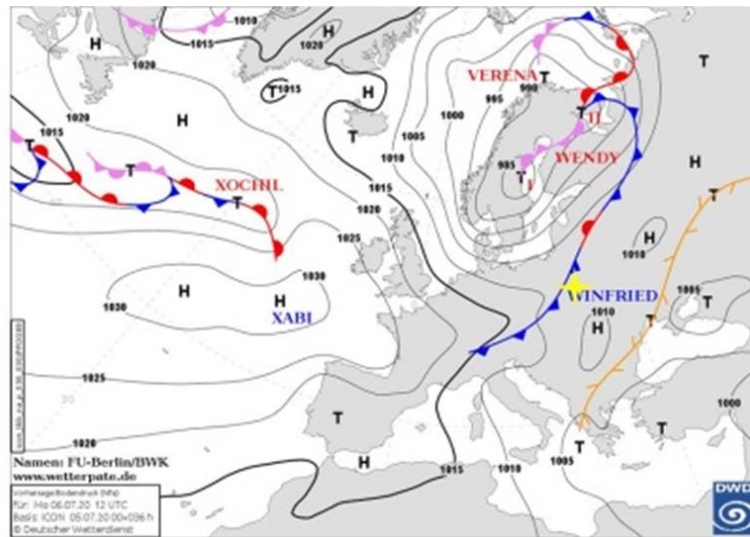
дерева спостерігалася на площі 6,5 га. Особливо постраждали букові деревостани заповідної території парку і лише частково соснові деревостани. Подібний за розмахом буревій спостерігався 1998 р., тому ряд науковців проявив певну зацікавленість щодо вивчення причин та наслідків вітровалу.

Львівський національний університет взяв активну участь у дослідженнях з визначення синоптичної ситуації з метою визначення причин виникнення. З цією метою було використано метеорологічні дані Розтоцького ландшафтно-геофізичного стаціонару (РЛГС), вивчалися матеріали сервісних веб-порталів програм «OSCAR», ВМО «Sat24», вивчені матеріали різних метеслужб України, Польщі, а також показники Берлінського метеорологічного інституту.

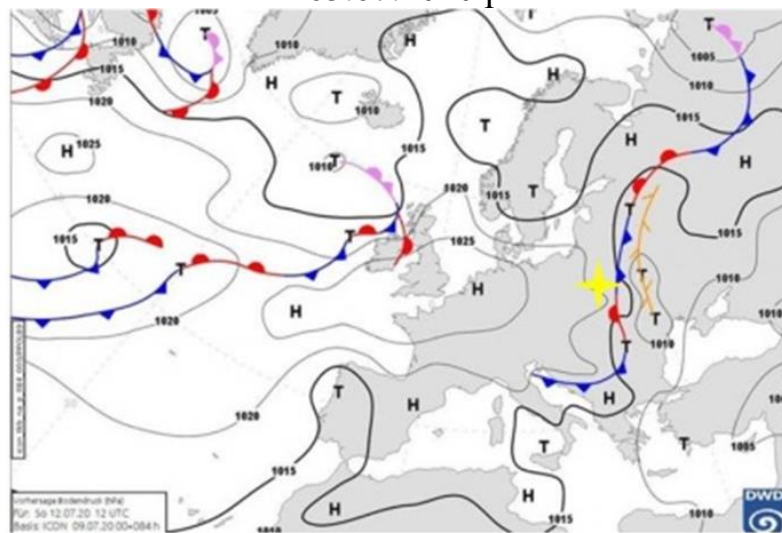
Лабораторія геоінформаційних технологій і ландшафтного планування Львівського національного університету безпосередньо вивчала матеріал і проводила дослідження. Основною ціллю працівників лабораторії було встановити наслідки дії буревію на місцеву флору і фауну, велися спостереження і за зміною ландшафту в наслідок лиха.

Науковцями лабораторії проводилися польові дослідження в заповідній частині парку проводилась фотофіксація, використовувався квадрокоптер, проводили анкетування очевидців стихійного лиха.

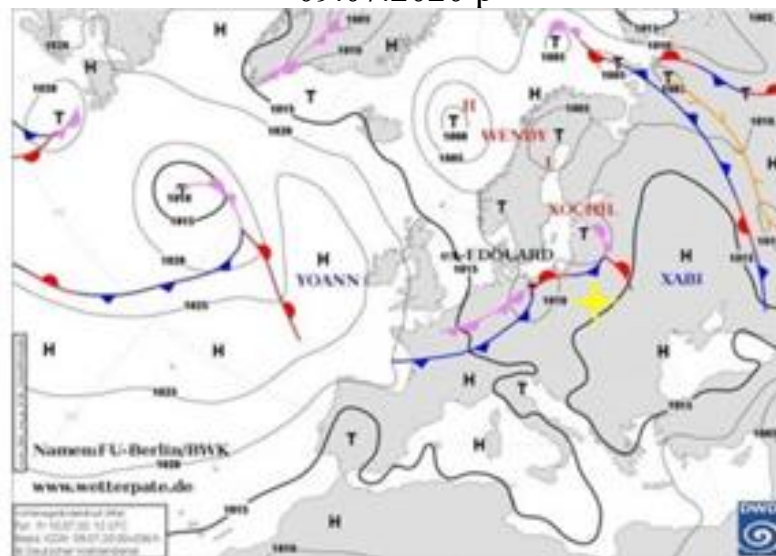
В результаті проведених досліджень стало відомо, що несприятлива погода ситуація склалася, ще у липні 2020 р., у середніх широтах Європейського континенту. У цей період на північному заході встановився антициклон від Біскайської затоки «Хабі» також у Східній, Центральній, Південно-Східній Європі виник і другий антициклон «Вінфрід». На початку липня 2020 р. антициклон «Вінфрід» почав свій рух у напрямку півночі, антициклон «Хабі» розпочав свій рух швидкими темпами на його місце витісняючи попередній антициклон у східний напрямок (рис. 1.1)



05.07.2020 р



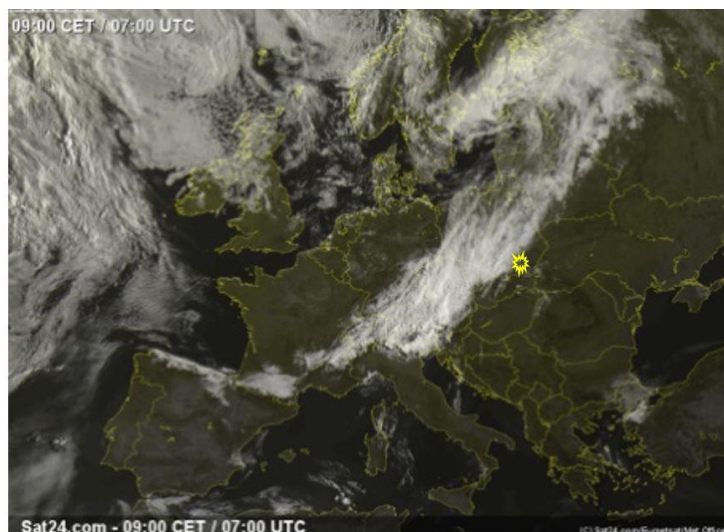
09.07.2020 р



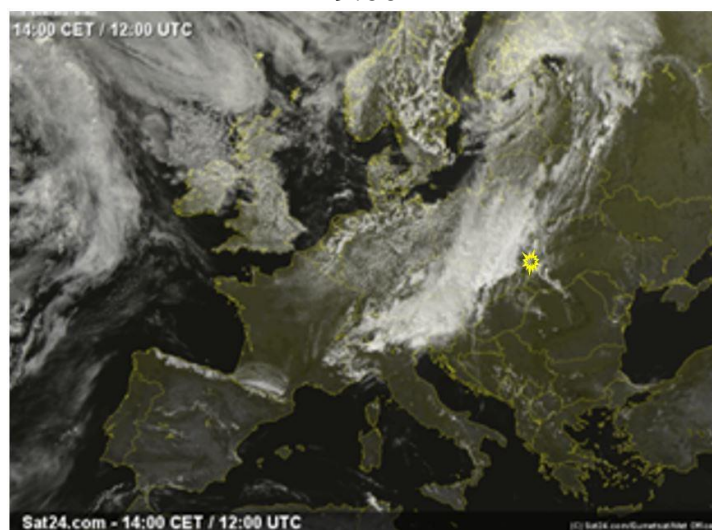
12.07.2020 р

Рис. 1.1. Синоптичні карти станом на 5 по 12 липня 2020 р., м. Львів позначено зірочкою (за www.met.fu-berlin.de)

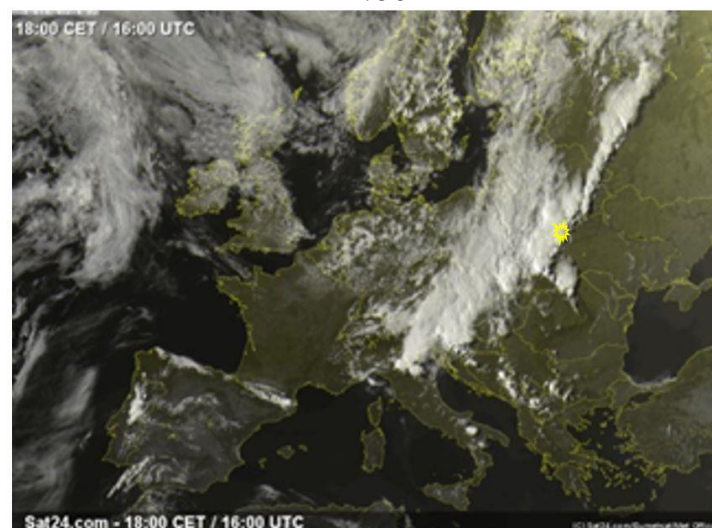
Лінія фронту циклону 11 липня досягнула українсько-польського кордону (рис. 1.2).



9:00



14:00



18:00

Рис. 1.2. Динаміка хмарності станом на 11.08.2020 р. м. Львів позначено зірочкою (за <http://www2.sat24.com>)

Польськими і українськими синоптиками було передбачено переміщення теплих повітряних мас з антициклоном «Вільфрід» і холодних повітряних мас антициклону «Хабі». Міністерством надзвичайних ситуацій України про такий стан речей було попередньо попереджено в засобах масової інформації.

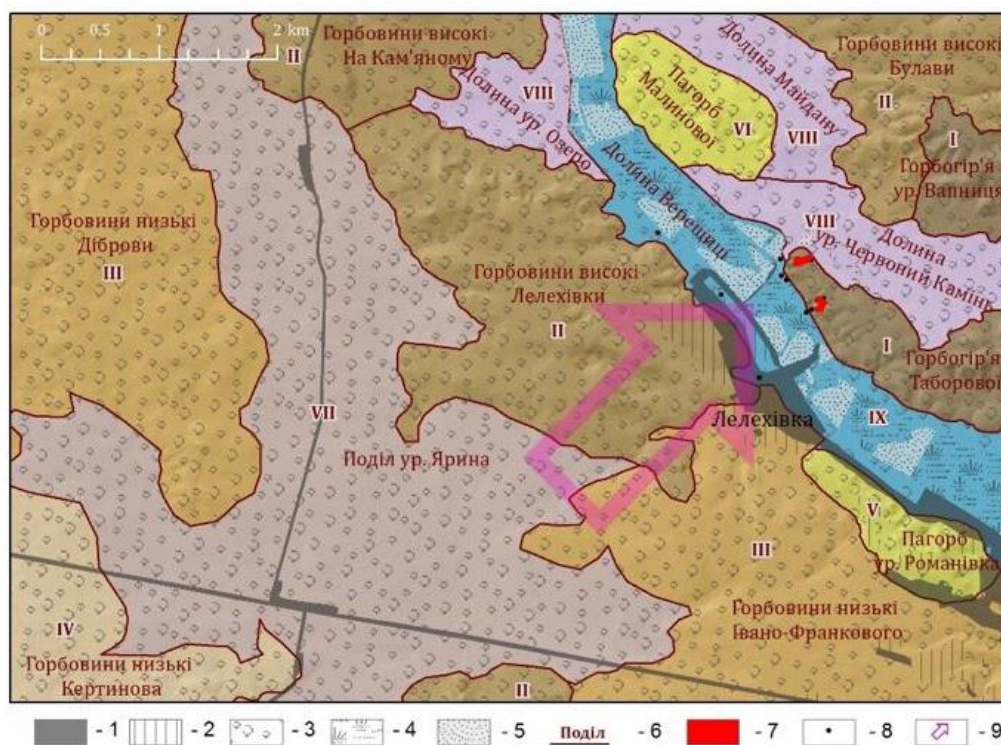
Згідно з показниками РЛГС ЛНУ ім. Івана Франка за добу до стихійного лиха спостерігалися середньодобові зміни температури повітря, які були не типовими до літнього сезону (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

**Метеорологічні показники метеостанції РЛГС ім. І. Франка
за 11.07.2020 р.**

Час	Температура повітря, t°С	Атмосферний тиск, мм	Вологість повітря		Вітер			Опади, мм
			абсолютна, %	відносна, %	напрямок	швидкість, м/сек	макс. пориви, м/сек	
3 год	18,2	735,9	84	82	Штиль			
6 год	17,6	736	88	88	З	0,5	1,0	
9 год	24,0	736,3	75	70	Пд	0,4	0,6	
12 год	27,4	736,5	68	68	Пд	0,5	0,9	
15 год	28,8	735,9	65	65	Штиль			
18 год	21,6	736,0	85	88	Пн	1,0	3,6	
21 год	13,0	737,2	95	100	Пн	1,7	3,6	31,2
24 год	12,0	738,5	92	94	Штиль			

Буревій супроводжувався дощем, холодним вітром, градом, шквальним вітром. Буревій рухався у напрямку поділ урвища Ярина до річки Долина Верещиці, протяжність становила 2,5 км і перетнула річку шириною 500 м (рис. 1.3).



Умовні позначення. Наземний покрив: 1 – штучні поверхні, 2 – сільськогосподарські землі, 3 – ліси, 4 – болота, 5 – водні об’єкти; 6 – межі та власні назви ландшафтних місцевостей, 7 – осередки вітровалу, 8 – місця поодиноких пошкоджень дерев, 9 – напрям руху буревію. Ландшафтні місцевості (у чисельнику – відносні висоти, м / $6,25 \cdot 10^4 \text{ м}^2$; у знаменнику – середній ухил рельєфу, град.): I – горбогір’я (25-30/9-12), II – горбовин високих (15-25/5-9), III-IV – горбовин низьких (5-15/2-5), V-VI – пагорбів (10-30/4-9), VII – подолів (0-10/1-3), VIII – IX долин (0-5/0-1).

Рис. 1.3. Співвідношення топоповерхонь і наземного покриття у ландшафтних місцевостях на території проходження буревію

Пройдений буревій два вітровальні осередки в Яворівському національному природному парку. Перший осередок спостерігався у Янівському лісництві в заповідній частині парку в 9-му виділі, 33-му кварталі де зростають букові ліси (*Fagus sylvatica* L.), площа пошкодженої території становила 0,26 га.

Висота повалених дерев *Fagus sylvatica* L. в наслідок вітровалу становила від 15 до 30 м, а діаметр стовбурів від 20 до 40 см (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Повалені букові дерева в наслідок вітровалу

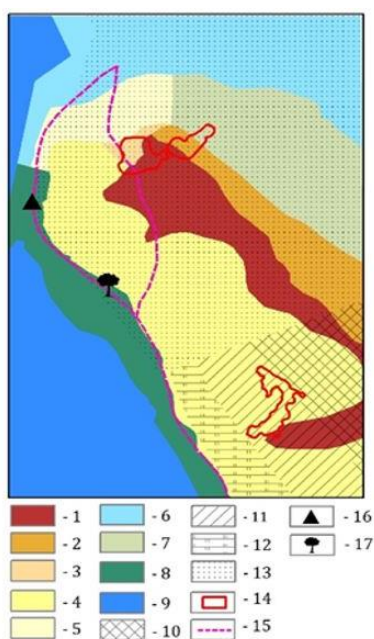
Заповідна зона є цінною з точки зору раритетних лісових біоценозів а саме буково-барвінкових (*Fagetum (sylvaticae) vincosum (minoris)*), буково-соснових (*Fageto-Pineta (sylvestris)*), дубово-ліщинових (*Querceto (petrea)-Quercetum (roboris) corylosum (pilosee)*) з такими червонокнижними видами як коручка чемерникоподібна (*Epipactis helleborine L.*), баранець звичайний (*Huperzia selago L.*), зозулині сльози яйцевидні (*Listera ovata L.*), любка зеленоквіта (*Platanthera chlorantha (Cust.)*). Внаслідок буревію значних пошкоджень лісовий біогеоценоз на зазнав.

Другий осередок виник у Майданському лісництві у 12, 13, 14-му виділах 47-го кварталу, площа пошкоджених дерев становила 3,9 га, переважно це букові насадження і частково соснові насадження господарської частини лісництва (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Вітровальний слід, повалені букові і соснові дерева (фото з квадрокоптера)

Вітровальні осередки відносно ландшафту місцевості зображено на рисунку рис. 1.6.



Умовні позначення. Топоповерхні: 1 – вершинні плакори, 2 – круті схили Пн-Сх експ., 3 – круті і спадисті схили Пн експ., 4 – погорбовані крут.-спад. схили Пд-Зх експ., 5 – похилі схили Пн експ., 6 – заболочені днища, 7 – похилі схили Пн-Сх експ., 8 – низька тераса, 9 – заставковані днища. Функціональні зони: 10 – заповідна, 11 – регульованої рекреації, 12 – стаціонарної рекреації, 13 – господарська. 14 – осередки вітровалу, 15 – Стежка Івана Франка, 16 – «Біла Скеля», 17 – Віковичний дуб.

Рис. 1.6. Місця локалізації вітровалу

Детально проведений аналіз території Яворівського національного природного працівниками лабораторії геоінформаційних технологій і ландшафтного планування Львівського національного університету, вказав на те що буревій був спричинений кліматичними змінами які в останній час спостерігаються у цілому світі.

Стихійні лиха переважно мають стохастичний характер і передбачити такі явища дуже складно, тому вони потребують детального аналізу причинно-наслідкових зав'язків.

За пропозицією Львівського національного університету є необхідність створення регіонально координаційного центру для вивчення стихійних лих, таким центром міг би бути Розтоцький ландшафтно-геофізичний стаціонар.

РОЗДІЛ II

МЕТОДИКА ТА ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика проведення досліджень

Першим кроком проведення наукових досліджень є збір необхідної інформації про об'єкт досліджень. За лісівничо-таксаційними описами Яворівського НПП відібрані дослідні ділянки різновікових букових лісів. Мінімальний вік бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) в національному парку складає 77 років, а максимальний вік 112 років.

Другим кроком наших досліджень було закладання тимчасових пробних площ (ТПП) на об'єкті. Тимчасові пробні площі закладалися згідно з СОУ 02.02-37-476:2006 «Пробні площі лісовпорядні. Метод закладання» [26]. В ході польових досліджень визначався діаметр насадження за допомогою мирної алюмінієвої вилки Haglof (Швеція), та висота насаджень висотоміром ІУ1М. Для встановлення мікроклімату на дослідних об'єктах застосовано багатофункціональний прилад FLO 89000 (Польща) (кислотність, вологість освітлення ділянки, температуру повітря та ґрунту (до 30 см).

Також визначався склад насадження за часткою дерев у насадженні. Визначався санітарний стан насадження згідно з постановою Кабінету міністрів від 27 липня 1995 р. №555 «Про затвердження Санітарних правил в лісах України».

Третій крок полягав у вивченні необхідних методик для встановлення біопродуктивності бука лісового (*Fagus sylvatica* L.). Вивчалися методики таких авторів як: О.С. Ватковський, В.А. Усольцев, А.І. Уткін, П.І. Лакида та ін. [3, 16, 17, 19, 32-37, 40-48, 42-50].

Четвертим кроком було опрацювання результатів аналізу в камеральних умовах. Для обробки бази даних використовувалась статистична програма пакету даних *Microsoft Excel* [5, 11, 15].

2.2. Збір дослідного матеріалу

У лісах заповідної зони з бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) закладено – 4 тимчасові пробні площі.

Середній діаметр дерев на пробних площах становив 37,0 см, середня висота насадження 28,7 м, середній вік дерев 97 років, всі насадження заповідної зони високобонітетні I бонітет, середня повнота на пробних площах становила 0,64, середній запас бука на площах – 327,5 м³, категорія санітарного стану у більшості пробних площ – 2 (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Лісівничо-таксаційна характеристика тимчасових пробних площ

ПШ№	Місце розташування	Квартал	Виділ	Склад	Вік, років	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Група віку	Клас бонітету	Відносна повнота	Запас деревини на 1 га, м ³	Категорія санітарного стану
1.	Янівське ПОНДВ	2	7	10Бкл+Сз	102	28	36	6	I	0,75	390	2
2.	Янівське ПОНДВ	3	5	6Бкл2Дз1 Гз1Яле	77	27	28	4	I	0,70	310	2
3.	Янівське ПОНДВ	3	6	9Бкл1Сз+ Гз+Яле	97	31	44	5	I	0,55	330	1
4.	Млинківське ПОНДВ	8	29	8Бкл2Гз+ Клг	112	29	40	6	I	0,55	280	2

Фіксація місця розташування тимчасових пробних площ здійснювалась за допомогою GPS-навігації; розміщення на карті – за допомогою програми SASPlanet (рис. 2.1).

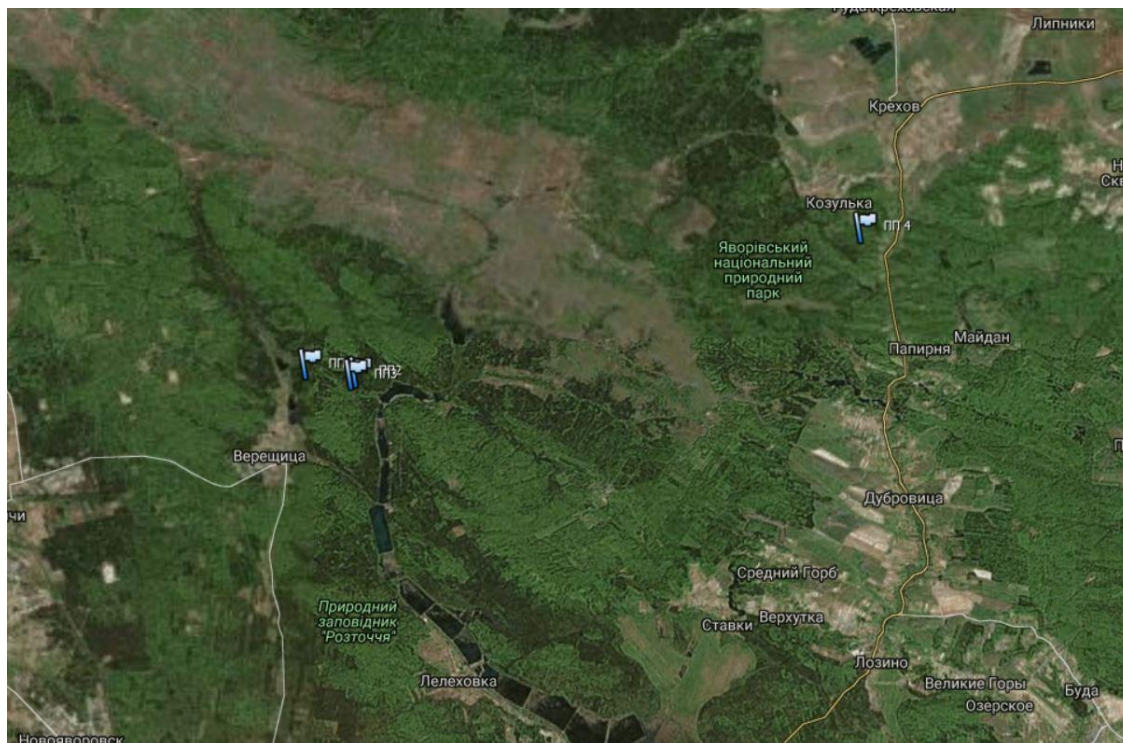


Рис. 2.1. Розташування пробних площ

На ТПП №1 температура повітря під наметом деревостану становила 23°C, температура ґрунту під наметом дерев становила – 14°C, кислотність ґрунту до 30 см дорівнювала рН 7,0 (нейтральне), освітлення ділянки недостатнє (показник приладу зазначав – «LOW-»), також спостерігалась недостатня вологість ґрунту (показник приладу – «DRY+»).

На ТПП №2 температура повітря під наметом лісу – 26°C, а ґрунту – 16°C, кислотність ґрунту становила – рН 7,0 (нейтральне), освітлення ділянки низьке (показник приладу – «LOW-»), рівень вологості ґрунту – дуже вологій (показник приладу – «WET+»).

На ТПП №3 температура повітря під наметом дерев становила 27°C, температура ґрунту – 16°C, кислотність ґрунту – рН 7,0 (нейтральне), освітлення ділянки дуже низьке (показник приладу – «LOW-»), рівень вологості ґрунту – дуже вологій (показник приладу – «WET+»).

На ТПП №4 температура повітря під наметом дерев – 26°C, температура ґрунту – 15°C, кислотність ґрунту до 30 см – рН 6,5 (нормальне), освітлення ділянки дуже мале (показник приладу – «LOW-»), вологості ґрунту – дуже сухий (показник приладу – «DRY+»).

РОЗДІЛ ІІІ

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ БУКОВИХ ЛІСІВ

Для встановлення динаміки росту букових лісів заповідної зони й динаміки приросту за діаметром залежно від віку, здійснено статистичний аналіз одержаних показників на пробних площах, за допомогою пакету аналізу даних *Microsoft Excel*. Результати аналізу наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Статистичні характеристики біометричних показників бука лісового
(*Fagus sylvatica* L.)

Статистичні показники	Біометричні показники дерева		
	A (вік)	$d_{1,3}$ (діаметр на висоті 1,3 м)	h (висота)
X_{cp} (середнє арифметичне значення)	Одиниці виміру		
	роки	см	м
	88,9	34,4	26,5
min (мінімум)	Одиниці виміру		
	роки	см	м
	42,0	16,0	16,0
max (максимум)	Одиниці виміру		
	роки	см	м
	120,0	52	33
D (дисперсія)	383,6	86,2	11,8
σ (стандартне відхилення)	19,6	9,28	3,43
A (коефіцієнт асиметрії)	-0,36	-0,05	-0,98
E (експес)	-0,65	-0,91	1,31
V (коефіцієнт варіації), %	22,0	27,0	12,9

Згідно з наведеними даними у табл. 3.1., зауважується, що коефіцієнт варіації засвідчив однорідність сукупності між показниками, а ексцес вказує на плосковерхність розподілу майже за всіма показниками ($E < 3$). Асиметрія – від’ємна лівобічна.

Для визначення показників парних коефіцієнтів побудована кореляційну матрицю за такими показниками як вік дерев, висота, діаметр (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Кореляційна матриця основних біометричних показників дерев
Fagus sylvatica L.**

Біометричні показники	Вік, роки	Діаметр, см	Висота, м
Вік, роки	1	–	–
Діаметр, см	0,977	1	–
Висота, м	0,958	0,944	1

Одержані результати вказали на достатньо високий кореляційний зв'язок між всіма показниками. Залежність варіює в межах 94-97%.

Високі кореляційні коефіцієнти посприяли побудові математичних залежностей (рис. 3.1).

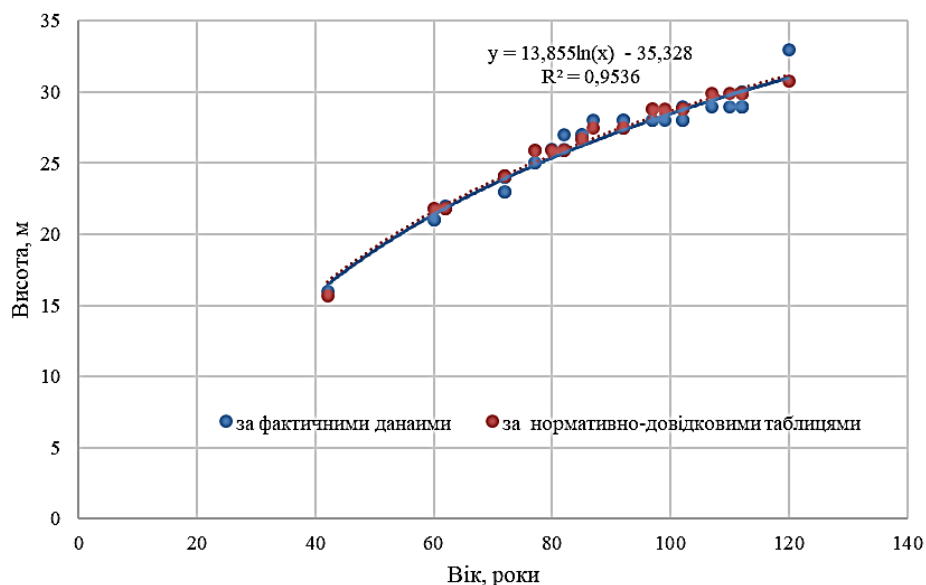


Рис. 3.1. Хід росту букових деревостанів за висотою та віком

З метою з'ясування різниці між розвитком букових лісів в Україні і в на заповідній території Яворівського НПП нами проведено порівняльний аналіз фактичних показників з чинними нормативно-інформаційними таблицями (Кашпор, Строчинський, 2013).

При оцінці ходу росту букових лісів з нормативними таблицями зауважується ідентичність показників (см. рис. 3.1).

Дещо інша ситуація спостерігається при ході росту букових дерев парку за діаметром і віком (рис. 3.2).

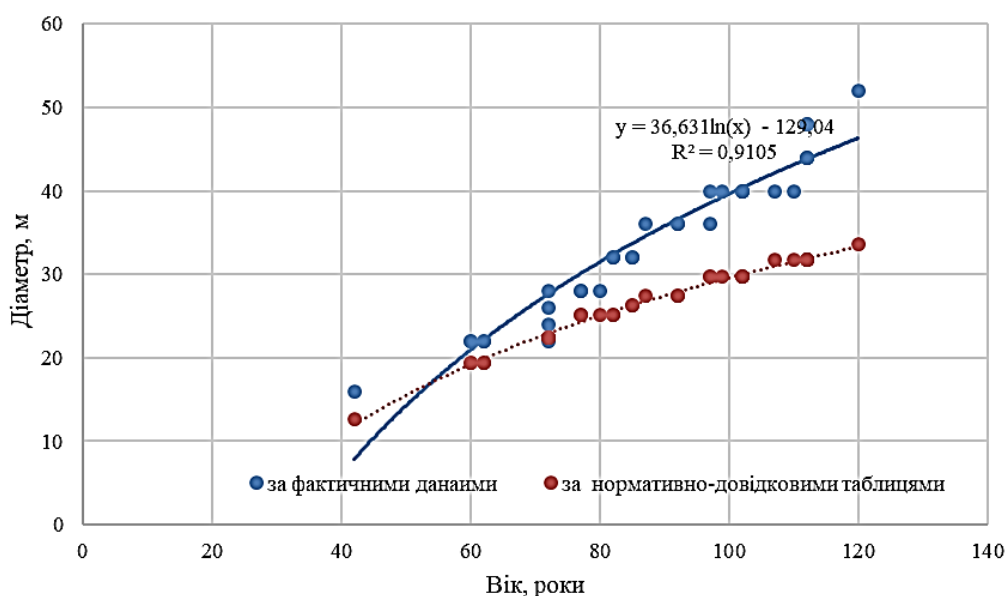
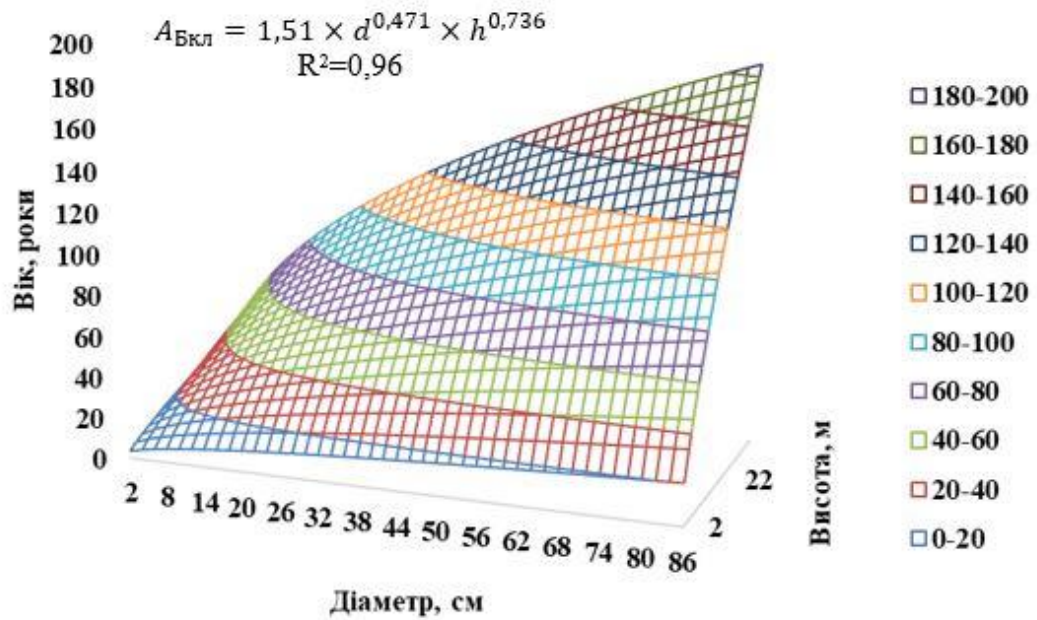


Рис. 3.2. Хід росту букових деревостанів за діаметром та віком

В молодому віці букові деревостани відстають у своєму розвитку до 50-ти річного періоду, але згодом починають розвиватися і у віці 120 років їх діаметр починає перевищувати нормативно-довідкові табличні показники на 19 см. Отже, для визначення ходу росту букових деревостанів, за діаметром та висотою, заповідної зони краще використовувати запропоноване нами рівняння.

Для швидкого аналізу ходу росту букових лісів заповідної зони Яворівського НПП, враховуючі одержані математичні залежності на рис. 3.1 і 3.2, нами розроблено математичну залежність за трьома показниками вік, діаметр, висота (рис. 3.3).



3.3. Хід росту букових деревостанів за висотою, діаметром та віком

Аналізуючи одержане рівняння (рис. 3.3) можна стверджувати про істотний вплив кожного наведеного фактору на результативну ознаку. Значення коефіцієнта детермінації дорівнює 96% мінливості досліджуваних ознак. Одержане рівняння може мати вагоме практичне значення для моніторингу і прогнозування розвитку бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) на заповідній частині Яворівського НПП, як окремого дерева так і насадження в цілому.

РОЗДІЛ IV

БІОЛОГІЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ *FAGUS SYLVATICA* L.

Біологічна продуктивність лісів передбачає оцінку продукції що утворюється в процесі фотосинтезу на площі 1 га в надземній частині фітомаси дерева (в нашому випадку).

Для встановлення біопродуктивності необхідно мати всі дані стосовно фітомаси дерева, а точніше його частин (фракцій). У нормативному довіднику автор П.І. Лакида «Нормативи оцінки компонентів надземної фітомаси деревостанів головних лісотвірних порід України» (2013), запропонував рівняння і нормативні таблиці для встановлення надземної фітомаси різних панівних деревних порід України.

Запропоновані рівняння для природних букових лісів західної частини України будуть мають вигляд :

Для фітомаси *стовбура*:

$$Ph_{ст} = 4,687 \times D^{-0,027} \times H^{1,275} \times P^{1,027} \quad [18]$$

$$Ph_{дер} = 4,133 \times D^{-0,013} \times H^{1,288} \times P^{1,020} \quad [18]$$

$$Ph_{к} = Ph_{ст} - Ph_{дер} \quad [18]$$

де $Ph_{ст}$ – фітомаса стовбура у корі, т/га; $Ph_{дер}$ – фітомаса деревини стовбурів, т/га; $Ph_{к}$ – фітомаса кори стовбурів, т/га; D – діаметр, см; H – висота, м; P – повнота насадження;

для фітомаси *крони*:

$$Ph_{л} = 4,887 \times D^{0,149} \times H^{-0,266} \times P^{0,914} \quad [18]$$

$$Ph_{гіл} = 0,287 \times D^{2,127} \times H^{-0,434} \times P^{0,890} \quad [18]$$

$$Ph_{кр} = Ph_{хв} + Ph_{гіл} \quad [18]$$

$$Ph_{дз} = 16,210 \times D^{0,222} \times H^{-0,252} \times P^{0,875} \quad [18]$$

де $Ph_{л}$ – фітомаса листя, т/га; $Ph_{гіл}$ – фітомаса гілля, т/га; $Ph_{кр}$ – фітомаса крони, т/га; $Ph_{дз}$ – фітомаса деревної зелені, т/га; D – діаметр, см; H – висота, м, P – повнота насадження.

За вище зазначеними рівняннями визначена надземна фітомаса стовбура та крони *Fagus sylvatica* L. Враховуючі вік деревостану та фітомасу бука лісового побудовано діаграму залежності рис. 4.1.

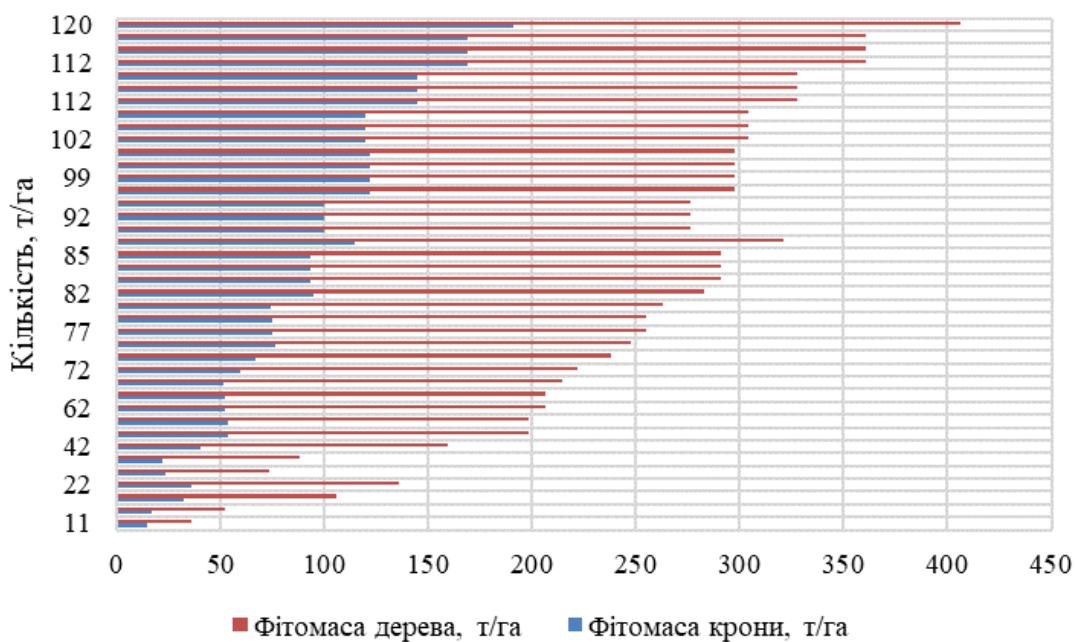


Рис. 4.1. Надземна фітомаса *Fagus sylvatica* L. у Яворівському НПП

Фітомаса букових деревостанів весь час накопичується впродовж всього життя дерева, накопичення рівномірно відбувається як в стовбуровій частині дерева так і в кроні дерева. Більш активне накопичення спостерігається у молодих лісових насаджень (I і II групи віку).

Для визначення вуглепоглинальна здатності букових лісів заповідної зони використана міжнародна методика Intergovernmental Panel on Climate Change, згідно якої частка вуглецю у фітомасі становить 50%.

Згідно з одержаними в ході аналізу показниками, встановлена вуглецепоглинальна здатність букових лісів на площі 1 га залежно від віку деревостану рис. 4.2.

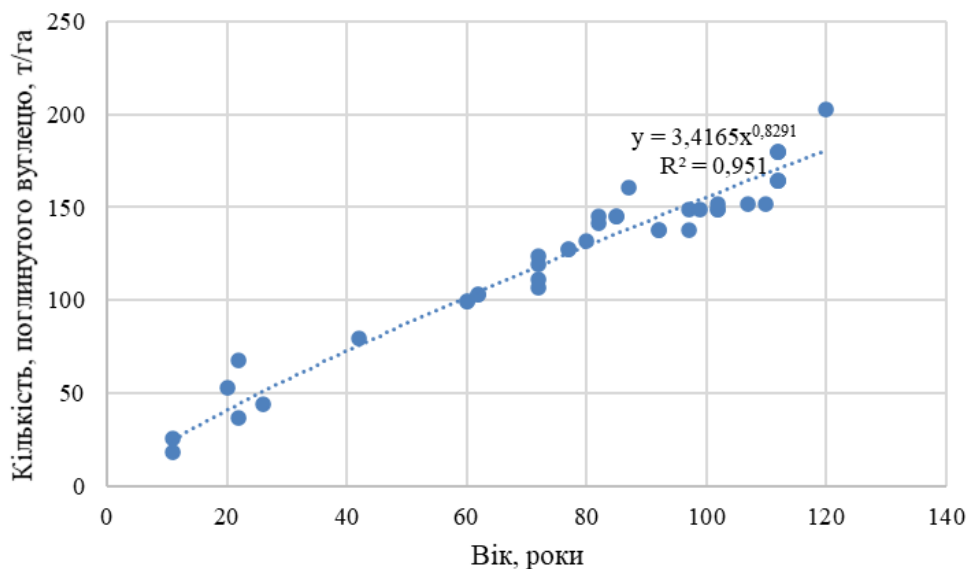


Рис. 4.2. Кількість поглинутого вуглецю *Fagus sylvatica* L. залежно від віку

Букові деревостани заповідної зони парку з віком у своїй фітомасі акумулюють вуглець з навколишнього середовища, чим знижують обсяги викидів парникових газів.

У Яворівському національному природному парку площа букових лісів у заповідній зоні становить 508,0 га середній вік 97 років. Використовуючи одержану математичну залежність рис. 4.2, визначаємо що букові деревостани заповідної зони парку щорічно поглинають 77,0 тис. т вуглецю.

Як вже згадувалось в I розділі, 11 липня 2020 року над територією Яворівського національного природного парку пронісся буревій, що призвів до вітровалу букових деревостанів. Охоплена буревієм територія заповідної зони парку де зростають букові деревостани становила 0,26 га. Середній діаметр повалених внаслідок стихійного лиха дерев становить 30 см, середня висота дерев становила 23 м, середній запас 350 м³/га середній вік – 82 роки. Така кількість втрачених деревних порід могла б акумулювати у своїй фітомасі 34 т вуглецю.

ВИСНОВКИ

Відповідно до результатів проведених досліджень можна стверджувати, що букові ліси заповідної частини Яворівського НПП мають чудовий розвиток.

Порівнюючи хід росту букових лісів за висотою з інформаційно-довідковими таблицями зауважується певна ідентичність показників.

При встановленні різниці ходу росту букових лісів парку за діаметром з нормативними таблицями, зауважується, що на початку свого розвитку букові деревні рослини на 4 см відстають у прирості. Але після 50 років приріст за діаметром збільшується і вже у віці 120 років діаметр є більшим на 19 см, у порівнянні з показниками нормативно-довідкових таблиць.

Отримані в ході аналізу емпіричні рівняння множинної степеневої регресії, можуть бути використані для встановлення віку деревних порід, лише за висотою і діаметром дерева, це є важливим для моніторингу і прогнозування динаміки розвитку букових деревних рослин заповідної зони Яворівського НПП.

Проведено аналіз накопичення фітомаси буковими деревними рослинами, встановлено, що впродовж свого життя букові ліси мають здатність рівномірно накопичувати фітомасу, як у стовбурі, так і в кроні.

Встановлено, що букові деревостани заповідної зони парку щорічно поглинають 77,0 тис. т вуглецю.

З'ясовано, що кількість втрачених деревних порід під час вітровалу 2020 р могла б акумулювати у своїй фітомасі 34 т вуглецю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 293 с.
2. Букша І.Ф., Бутрим О.В., Пастернак В.П. Інвентаризація парникових газів у секторі землекористування та лісового господарства: [монографія]. Х.: ХНАУ, 2008. 232 с.
3. Ватковский О.С. Методы определения фитомассы ствола и кроны дуба. *Лесоведение*. 1968. № 6. С. 58–64.
4. Гагошидзе И.А. Биомасса крон основных лесообразующих пород Закавказья. *Лесное хозяйство*. 1980. № 12. С. 45–47.
5. Герасимович А.И., Матвеева Я.И. Математическая статистика. Минск: «Вышэйшая школа», 1978. 200 с.
6. Глобальні зміни клімату: економіко-правові механізми імплементації Кіотського протоколу в Україні / за ред. В.Я. Шевчука. К.: Гаопринт, 2005. 147 с.
7. Голубець М.А. та ін. Екологічний потенціал наземних екосистем. Львів: Поллі, 2003. 180 с.
8. Данилин И.М. Определение надземной фитомассы древостоев по аэрофотоснимкам. *Лесное хозяйство*. 1993. № 1. С. 35–36.
9. Дзедзисашвили Г.С., Апциаури Ш.А. Оценка фитомассы крон хвойных пород горных лесов Закавказья и ее использование в народном хозяйстве. *Лесная таксация и лесоустройство: Межвузовский научный труд* Каунас: Изд-во ЛитСХА, 1988. С. 60–69.
10. Исаев А.С., Коровин Г.Н., Уткин А.И. Оценка запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесных экосистемах России. *Лесоведение*. 1993. № 6. С. 3–10.
11. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений. М.: Наука, 1976. 221 с.
12. Киотский протокол. История развития, цели и принципы. Проекты совместного осуществления в Украине: сборник информационно-методических

- матеріалов / под. ред. С.В. Третьякова. Донецк: ООО «УКРДРУК», 2006. 184 с.
13. Киотский протокол. Нормативно-правовая база реализации проектов СО: сборник нормативно-правовых документов / под ред. С.В. Третьякова. Донецк, ООО «УКРДРУК», 2006. 380 с.
 14. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К.: Видавництво РАЄВСЬКОГО, 2003. 343 с.
 15. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.
 16. Кофман Г.Б. Рост і форма деревьев. Новосибирск: Наука, 1986. С. 93–161.
 17. Лакида П.І. Фітомаса лісів України: монографія. Тернопіль: Збруч, 2002. 256 с.
 18. Лакида П. І. та ін. Нормативи оцінки компонентів надземної фітомаси деревостанів головних лісотвірних порід України. Корсунь-Шевченківський : ФОП Гаврищенко В.М., 2013. 457 с.
 19. Лакида П.И. Динамика запасов углерода в лесах Украины. Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. тр. Гомель, 2001. Вып. 56. С. 86–90.
 20. Мороз В.В., Никитюк Ю.А. Вуглецепоглиняльна здатність соснових лісових насаджень Волинського Полісся. *Наукові горизонти*. 2020. №01(86). С.61–70. DOI: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-86-1-61-70>.
 21. Мороз В.В., Никитюк Ю.А. Вуглецепоглиняльна здатність соснових лісових насаджень Чернігівського Полісся. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. №1. С. 90–99. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.01.10>.
 22. Мороз В.В., Никитюк Ю.А. Вуглецепоглиняльна здатність соснових лісових насаджень Житомирського Полісся. *Зрошуване землеробство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон. 2020. Вип. 73. С.43–50. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.13>.

23. Мякушко В.К. Первинна біологічна продуктивність соснових лісів Українського Полісся / В.К. Мякушко // Укр. бот. журнал. – 1972. – Т. 29. – № 3. – С. 328–339.

24. Онучин А.А., Борисов А.Н. Опыт таксации фитомассы сосновых древостоев. *Лесоведение*. 1984. № 6. С. 66–71.

25. Пастернак В.П., Букша І.Ф., Висоцький Г.М. Методичні підходи до моніторингу динаміки вуглецю в лісових екосистемах. Науковий вісник. Львів, 2004. Вип. 14.2. С. 177–181.

26. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання : СОУ 02.02-37-476:2006. [Чинний від 2007-05-01]. К. : Мінагрополітики України, 2006. 32 с. (Стандарт Організації України).

27. Проект організації території Яворівського національного природного парку, охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів. Том 1. Інвентаризація природних комплексів і компонентів для розробки Проекту організації території Яворівського національного природного парку, охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів / С. Орищин, Я. Хомин, В. Брусак [та ін.]. Львів : ЛНУ ім. Ів. Франка, 2010. 115 с.

28. Проект організації території Яворівського національного природного парку, охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів. Том 3. Пояснювальна записка з розробки організації території, охорони, відтворення та рекреаційного використання природних комплексів і об'єктів Яворівського НПП Львівської області. / Гульчак В.П., Карпа М.А., Піпа Р.С., Крупій В.В. Львів, 2011. 129 с.

29. Токмурзин Т.Х. Выбор методов учета фитомассы насаждений. Актуальные вопросы лесного хозяйства в Казахстане. Алма-Ата, 1977. С. 71–76.

30. Токмурзин Т.Х., Нурпеисов К.Н. Таблицы хода роста фитомассы древостоев сосны Прииртышья. Научные труды Казахстанским сельскохозяйственным институтом. Алма-Ата, 1976. Т. 19. № 3. С. 127–136.

31. Тябера А.П. Объем коры, сучьев и масса хвои в сосняках Литвы. Литва. *ИВУЗ Лесной журнал*. 1981. № 6. С. 14–18.
32. Усольцев В.А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1985. 192 с.
33. Усольцев В.А. О точности регрессионной оценки фитомассы древостоев. *Вестник с.-х. науки Казахстана*. 1984. № 9. С. 77–83.
34. Усольцев В.А. Применение инвариантных взаимосвязей при оценке массы крон деревьев: метод. указ. для студ.-дипломн. специальности 3112 и асп. Екатеринбург: УЛТИ, 1993. Ч. 1. 37 с.
35. Усольцев В.А. Применение инвариантных взаимосвязей при оценке массы крон деревьев: метод. указ. для студ.-дипломн. специальности 3112 и асп. Екатеринбург: УЛТИ, 1993. Ч. 2. 90 с.
36. Усольцев В.А. Рост и структура фитомассы древостоев. Новосибирск: Наука, 1988. 253 с.
37. Усольцев В.А. Формирование банков данных о фитомассе лесов. Екатеринбург: Уро РАН, 1998. 542 с.
38. Успенский В.В. Способ учета ресурсов вервей в сосновых лесах. *ИВУЗ Лесной журнал*. 1980. № 2. С.17–20.
39. Успенский В.В. Способ учета хвои и хвойной лапки *Pinus silvestris* L. *Растительные ресурсы*. 1983. Т. 19. № 3. С. 403–406.
40. Уткин А.И. и др. Определение запасов углерода насаждений на пробных площадях: сравнение аллометрического и конверсионного-объемного методов. *Лесоведение*. 1997. № 5. С. 51–65.
41. Уткин А.И. и др. Определение запасов углерода по таксационным показателям древостоев: метод поучастковой аллометрии. *Лесоведение*. 1998. № 2. С. 38–53.
42. Уткин А.И. и др. Продукционная инвариантность древостоев *Лесоведение*. 1988. № 2. С. 12–23.
43. Уткин А.И. Исследования по первичной биологической продуктивности лесов в СССР. *Лесоведение*. – 1970. – № 3. – С. 58–89.

44. Уткин А.И. Методика изучения вертикально-фракционного распределения фитомассы. Полевой этап в изучении вертикальной структуры фитомассы древостоев. *Вертикально-фракционное распределение фитомассы в лесах*. М.: Наука, 1986. С. 10–14.

45. Уткин А.И. Методика исследований первичной биологической продуктивности лесов. *Биологическая продуктивность лесов Поволжья*. М.: Наука, 1982. С. 59–72.

46. Уткин А.И. Первичная биологическая продуктивность лесов: истоки, состояние, перспективы. *Проблемы лесоведения и лесной экологии: тезисы докл.* М., 1990. Ч. 1. С. 68–71.

47. Уткин А.И. Состояние исследований учета массы деревьев и их частей в СССР и зарубежных странах. *Биологическая продуктивность лесов Поволжья*. М.: Наука, 1982. С. 59–72.

48. Уткин А.И., Каплина Н.Ф., Ильина Н.А. Уточнение техники применения регрессионного метода в изучении биологической продуктивности древостоев. *Лесоведение*. 1987. № 1. С. 40–53.

49. Чураков Б.П., Манякина Е.В. Депонирование углерода разновозрастными культурами сосны. *Ульяновский медико-биологический журнал*. № 1, 2012. С. 125–129.

50. Швиденко А.З., Строчинский А.А., Савич Ю.Н., Кашпор С.Н. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии. К.: Урожай, 1987. 560 с.

51. Щепаченко Д.Г., Шведенко А.З., Шалаев В.С. Биологическая продуктивность и бюджет углерода листесвенничных лесов Северо-Востока России. Изд-во МГУ леса. 2008. 296 с.

52. Moroz V.V. et al. Carbon Absorption Ability of Pine Forest Plantations in the Ukrainian Polissya. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. №10(2). P. 249–255.