

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЛІСОВОГО І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА

УДК 630*26:630*116(477.41)
ПОГОДЖЕНО
Директор ННІ
лісового і садово-паркового
господарства

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Г. в. о. завідувача кафедри таксації
лісу та лісового менеджменту

Роман ВАСИЛИШИН
« » 2023 р.

Віктор МИРОНЮК
« » 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему «Киснепродуктивність лісів Карпатського національного
природного парку»

Спеціальність 205 – Лісове господарство
Освітня програма «Лісове господарство»
Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми
к. с.-г. наук, доц. Олександр БАЛА

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

к. с.-г. наук, доц. Галина ДОМАШОВЕЦЬ

Виконав Микола ВАСИЛИШИН

Київ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

д. с.-г. н., проф. Віктор МИРОНИК
« 30 » 12 2022 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Василишину Миколі Любомировичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 205 – Лісове господарство

Освітня програма «Лісове господарство»

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

1. Тема магістерської роботи: «Киснепродуктивність лісів Карпатського національного природного парку», затверджена наказом ректора НУБіП України від «30» грудня 2022 року № 1941 «С»

2. Термін подання завершеної роботи на кафедру 03 листопада 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: повидільна таксаційна характеристика насаджень Карпатського національного природного парку, виробнича звітна інформація щодо структури вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок, а також наукова література вітчизняних та закордонних авторів щодо дослідження киснепродуктивності та інших екосистемних функцій лісових фітоценозів.

4. Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Огляд літератури щодо сучасного стану досліджень киснепродуктивності лісів.

2. Методика дослідження та коротка характеристика регіону дослідження.

3. Кількісне оцінювання киснепродуктивності лісів Карпатського національного природного парку. Висновки і пропозиції.

Дата видачі завдання: 30 грудня 2022 року

Керівник магістерської роботи

(підпис)

Галина ДОМАШОВЕЦЬ

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Микола ВАСИЛИШИН

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

НУБІП України

Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, та списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 66 сторінок.

Зміст роботи проілюстровано 14 таблицями і 5 рисунками. Список використаних джерел містить 50 найменувань, з них – 15 латиницею.

НУБІП України

Перший розділ магістерської роботи «Огляд літературних джерел щодо дослідження біопродукційного процесу та киснепродуктивності лісів»

розкриває сучасний науковий доробок дослідження киснепродукувальної здатності лісових фітоценозів, а також основні аспекти дослідження біопродуктивності лісів як основи формування їх киснепродуктивності.

НУБІП України

Другий розділ магістерської роботи «Методика дослідження та коротка характеристика досліджуваного регіону» розкриває характеристику природно-кліматичних умов регіону дослідження, основні положення використаних методичних підходів до оцінювання киснепродуктивності лісів, а також соціально-економічні умови регіону дослідження, висвітлює природоохоронні ініціативи у межах Карпатського регіону.

НУБІП України

Третій розділ магістерської роботи «Кількісна оцінка киснепродуктивності насаджень Карпатського національного природного парку» розкриває особливості стану атмосферного повітря у регіоні дослідження та містить результати оцінювання киснепродуктивності лісів Карпатського національного природного парку, зокрема киснепродуктивність насаджень залежно від особливостей їх лісівничо-таксаційної структури.

НУБІП України

Ключові слова: бук лісовий, гірські ліси, Карпатський НПП, кисень, лісові насадження, киснепродуктивність, стале використання, ялина європейська, ялиця біла.

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

5

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО ДОСЛІДЖЕННЯ БІОПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ТА КИСНЕПРОДУКТИВНОСТІ ЛІСІВ

НУБІП України

Висновки до розділу 1

16

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

НУБІП України

РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

18

2.1. Природно-кліматичні умови регіону дослідження 18

2.2. Економічні, екологічні та соціальні умови регіону дослідження 31

2.3. Формування екомережі у межах регіону дослідження 35

2.4. Основні положення використаних методичних підходів 38

Висновки до розділу 2 40

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. КІЛЬКІСНА ОЦІНКА КИСНЕПРОДУКТИВНОСТІ НАСАДЖЕНЬ КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

НУБІП України

3.1. Характеристика лісового фонду Карпатського національного природного парку 42

3.2. Особливості формування киснепродукувальної функції у насадженнях Карпатського національного природного парку 51

Висновки до розділу 3 57

НУБІП України

ВИСНОВКИ

59

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 61

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Великі і мальовничі Карпати служать домівкою для численних лісових екосистем, що відіграють надзвичайно важливу роль у збереженні природної рівноваги та забезпеченні якості життя не лише на цьому території, але й в широкому регіональному контексті. Однією з ключових характеристик цих лісів є їх киснепродуктивність – здатність генерувати кисень, який необхідний для життя на планеті. В останні роки, питання киснепродуктивності лісів

НУБІП України

Карпатського національного природного парку стає предметом зростаючого інтересу та обговорення, оскільки воно не тільки впливає на біорізноманіття регіону, але й має важливий вплив на здоров'я та якість життя місцевого населення. У цьому контексті, дослідження киснепродуктивності лісів Карпатського національного природного парку стає актуальним завданням, яке вимагає уважного аналізу та дослідження для забезпечення сталого розвитку цього видовищного регіону.

НУБІП України

З огляду на глобальні зміни клімату та зростаючий тиск на природні ресурси, важливо розуміти, які фактори впливають на кисневу продуктивність лісів у Карпатах. Погіршення стану довкілля та руйнування лісових екосистем може суттєво вплинути на їхню здатність виробляти кисень та виконувати інші корисні для суспільства функції.

НУБІП України

Метою роботи є кількісне оцінювання киснепродуктивності лісів Карпатського національного природного парку, як складової моніторингу стану навколишнього природного середовища.

НУБІП України

Об'єктом дослідження є ліси Карпатського національного природного парку.

НУБІП України

Предметом дослідження є киснепродуктивність лісів Карпатського національного природного парку.

Методи дослідження. У магістерській кваліфікаційній роботі використані як загально наукові методи досліджень (спостереження, аналіз, синтез, узагальнення, моделювання), так і спеціальні лісотаксаційні методи.

Інформаційною базою дослідження є база даних ВО «Укрдержліспроект» «Повидільна таксаційна характеристика лісу», статистичні матеріали Державної служби статистики України, літературні джерела за тематикою досліджень, матеріали міжнародних наукових проєктів.

Практичне значення одержаних результатів. Результати магістерської кваліфікаційної роботи є аспектом при оцінці здатності киснепродуктивності лісів Карпатського національного природного парку, що важливо як для самого гірського регіону, так і для загальної екологічної стійкості Українських Карпат та їх сталого розвитку.

Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, та списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 66 сторінок. Зміст роботи проілюстровано 14 таблицями і 5 рисунками. Список використаних джерел містить 50 найменувань, з них – 15 латиницею.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО ДОСЛІДЖЕННЯ
БІОПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ТА КИСНЕПРОДУКТИВНОСТІ ЛІСІВ

Ліси можна порівняти зі зеленими легенями нашої планети. У наш час, коли стан довкілля погіршується, особливо в великих містах, ліси набувають особливого значення для санітарних, оздоровчих, естетичних та інших аспектів життя. Їх здатність очищати повітря від промислових викидів і виділяти цілющі фітонциди та кисень має велике значення, хоч це важко оцінити в грошовому виразі. Але це відчувають всі мешканці територій, де ліси існують поруч з підприємствами, що мають великий вплив на довкілля. Таким чином, можна вважати, що ліси є одним із ключових факторів, які впливають на якість життя населення в широкому розумінні [21].

Дослідження динаміки біопродуктивності лісів особливо актуальні у сучасний період кліматичних змін, коли посилена увага приділяється екологічній функції лісів. Одними з основних показників екологічних функцій лісів є запаси фітомаси та депонованого в ній вуглецю. Результати оцінки фітомаси деревостанів головних лісотвірних порід Карпатського НПП стануть важливим доповненням до наявної інформаційної бази даних екологічного моніторингу, вони сприятимуть також вирішенню важливих соціально-економічних та енергетичних проблем Карпатського регіону [21].

У зв'язку з очікуваними глобальними змінами клімату підвищення продуктивності лісових насаджень сприятиме не лише зростанню їхньої економічної цінності, але й підвищить їхню екологічну важливість. Дослідження продуктивності деревних структур становить складну проблему та є об'єктом різних наукових дисциплін, таких як екологія, лісова таксація, лісове господарство та інші.

Оцінювання киснепродуктивності лісів є похідною від їх біопродукційного процесу. Відповідно основним результатом біопродукційного процесу слугує біопродуктивність лісів. Основними

складниками біотичної продуктивності є фітомаса, мортмаса та продукція [23].

Фітомаса – органічна рослинна речовина в надземній та підземній частинах живих органів дерев та інших компонентів насадження. Її маса вимірюється у $t \cdot га^{-1}$ [24].

Мортмаса (детрит) – мертва рослинна органічна речовина, що включає сухостій, сухі гілки в кроні, опад, підстилку та мертві підземні органи. Вимірюється у $t \cdot га^{-1}$.

Продукція – щорічно створювана (генерована в результаті фотосинтезу) органічна рослинна речовина.

У своїй монографії П. І. Лакида [23] розділяє такі підходи дослідження фітомаси як основного складника біотичної продуктивності лісів:

- 1) ваговий – безпосереднє зважування фракцій фітомаси дерев у лісі з підбором відповідних зразків на вологість;
- 2) стереометричний – визначення о'ємних показників стовбура та гілок крони з наступним перерахунком цих даних в одиниці маси через значення щільності деревини та кори;
- 3) комплексний – поєднує елементи вагового та стереометричного методів для окремих фракцій фітомаси;
- 4) пайп-моделі – оцінка компонентів фітомаси крон дерев на основі теорії збалансованості системи ксилемного водного транспорту у рослині;
- 5) застосування аерокосмічних методів у визначенні надземної фітомаси деревостанів;
- 6) узагальнення – аналіз опублікованих даних досліджень для різних регіонів і побудова на їхній основі необхідних нормативів оцінки окремих фракцій фітомаси та біологічної продуктивності деревостанів.

В кінці минулого століття в дослідженнях біопродуктивності лісів за компонентами фітомаси розвинувся новий напрямок, який розглядав складові процесу біопродукції в лісових екосистемах і розглядав це як лабораторію для обробки та зберігання енергії. Практичний аспект цих досліджень щодо

біопродуктивності лісів за компонентами фітомаси виник у 70-х роках минулого століття, особливо під час енергетичної кризи. У більшості країн Європи, а також особливо в США, дослідження обсягу фітомаси набули енергетичного значення, оскільки фітомаса розглядалася як найважливіше джерело відновлювальної енергії.

Дослідження цього типу залишаються важливими, оскільки енергія, яка накопичується в компонентах фітомаси під час її обробки, легко перетворюється на теплову енергію і може бути використана для вирішення енергетичних потреб населення.

Протягом тривалого часу дослідження біопродуктивності лісів, як в Україні, так і за кордоном, були спрямовані на збільшення продуктивності деревостанів, тобто на збільшення обсягів деревини на одиниці площі протягом певного періоду. В сучасний час ліс розглядається не лише як джерело деревини, але й як відновлювальне джерело енергії та засіб поглинання парникових газів [3, 7, 19, 22].

В сучасних дослідженнях фітомаси та депонованого вуглецю в лісових екосистемах найчастіше використовують методи, які включають оцінку відповідних показників через регресійне моделювання компонентів фракцій в абсолютних величинах або використовують стандартні коефіцієнти в порівнянні з лісовими даними. Використання конверсійних коефіцієнтів дає можливість оцінювати запаси фітомаси на основі статистичних даних лісового управління з різними рівнями агрегації, від окремих насаджень до лісових масивів на регіональному рівні [14].

Коли говорять про продуктивність лісових насаджень, мають на увазі не лише видобуток деревини, а також інші ресурси лісу та його вплив на навколишнє середовище. У наукових дослідженнях первинної біологічної продуктивності визначають ключові показники, що виражаються в одиницях маси або енергії на одиницю площі за певний період часу, і використовують їх для аналізу розподілу органічної речовини в межах конкретних ділянок лісових біогеоценозів.

Для оцінки кругообігу органічного вуглецю та кисню в біосфері задіюються наступні показники [34, 48, 49]:

1. *GPP (Gross Primary Production)* – весь вуглець, що поглинається при первинному продукуванні на одиниці площі за певний відрізок часу.

Вимірюється під час короткострокових експериментів після зменшення CO_2 в камерах з зеленими частинками рослин.

2. *NPP (Net Primary Production)* охоплює весь вуглець, що асимілюється рослинами з вирахуванням дихання рослин: $\text{NPP} = \text{GPP} - \text{дихання рослин}$. У

переважній більшості визначення *NPP* за її складовими проводиться дуже рідко, оскільки оцінити дихання рослин в природі дуже важко.

3. *NEP (Net Ecosystem Production)* характеризує різницю між *NPP* і гетеротрофним диханням рослин, тобто $\text{NEP} = \text{NPP} - \text{гетеротрофне дихання рослин}$.

4. *NBP (Net Biome Production)* становить суму органічного вуглецю, що накопився протягом тривалого часу (приблизно десятиріччя). Сюди, крім біомаси, входять також стійкі форми вуглецю – гумус і торф. Вони є основним резервуаром вуглецю, але визначати динаміку їх утворення вкрай важко.

Дослідження стану та функціонування наземних лісових екосистем з метою вивчення їх вуглецедепозувальної та киснепродукувальної функції неможливе повною мірою без оцінки усіх параметрів біопродукційного процесу, найважливішим з яких є обсяг нетто-первинної продукції лісових фітоценозів [3, 6, 9].

Кількісна та якісна оцінка обсягу органічної речовини, яка формується в біосфері, не лише допомагає надати більш точну інформацію про можливу біологічну продуктивність, але також сприяє розумінню природи і законів, які керують біосферою та складністю екосистем, їх енергетичними процесами та геохімією [9]. Для наукових і господарських цілей важливо визначати накопичення органічної речовини рослин у багаторічних циклах розвитку лісових угруповань, тобто кумулятивні значення *NEP* за тривалі проміжки часу [6].

За останні роки, в дослідженнях щодо біологічної продуктивності лісів спостерігається тенденція до більшої систематизації та узагальнення результатів за допомогою математично-статистичних методів. Поступово відбувається перехід від подання даних у вигляді описів до більш глибокої систематизації та аналізу з встановленням перших залежностей між продуктивністю фітомаси дерев і характеристиками лісових насаджень [4, 10, 20, 24, 26].

Більшість видатних науковців у світі приймають той факт, що для ефективного вирішення основних екологічних завдань, пов'язаних із станом лісового біогеоценозу та його функціонуванням у біосфері, критично важливо мати надійну інформаційну базу. Ця інформаційна база повинна бути ретельно розробленою та базуватися на результатах інвентаризації лісів і лісових земель на рівні окремої держави та її адміністративних районів.

Підвищений інтерес до оцінки біотичної продуктивності виник у контексті вивчення проблеми глобальних змін клімату. Одним з найпоширеніших інтерпретацій кліматичних змін є їх зв'язок із збільшенням вмісту парникових газів в атмосфері, зокрема CO₂, внаслідок антропогенної діяльності. Лісове господарство України має значний потенціал для зменшення концентрації парникових газів у атмосфері, тому дослідження можливостей лісів у поглинанні CO₂ з атмосфери та його збереженні в деревинах, корі, стовбурах і гілках є актуальним і важливим [4, 10, 20, 24, 26].

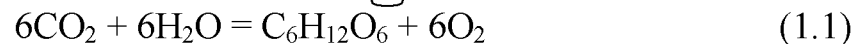
Основний акцент залишається на первинній (фотосинтетичній) продуктивності, яка визначається кількісно через щорічні показники загальної і нетто первинної продуктивності. Таким чином, оцінка нетто первинної продуктивності стає обов'язковою частиною для розробки глобальних і регіональних вуглецевих балансів та моделювання взаємодії між атмосферою та біосферою в різних кліматичних сценаріях [4, 10, 20, 24, 26].

Лісове господарство вимагає складного та тривалого процесу лісовирощування, який має бути адаптованим до різних кліматичних,

грунтових і орографічних умов у різних регіонах. Один із таких особливих регіонів – це Українські Карпати. При розробці стратегії лісогосподарської інфраструктури для Карпат, необхідно враховувати як позитивні, так і негативні наслідки глобального потепління клімату на лісові екосистеми та їхні динамічні зміни [31].

Оцінювання екосистемних функцій у сучасній науковій літературі здійснюється з урахуванням показників первинної продукції біомаси, або приросту фітомаси за загальною продуктивністю [3, 34, 38, 39, 40, 50]. Саме продукція та обсяги зафіксованої у тканинах рослин органічної речовини є базисом для оцінювання киснепродукувальної функції лісових фітоценозів.

Кисень продукується зеленими рослинами у процесі фотосинтезу, виступаючи одним з продуктів цієї хімічної реакції [2, 3]:



Ліси відіграють провідну киснепродукувальну роль, оскільки у біомасі всієї земної рослинності на них припадає 54% і вони являють собою найбільшу концентрацію біомаси на одиницю площі. Лісова рослинність виділяє у 10–15 разів більше кисню, аніж будь-які інші наземні фітоценози [2, 3].

У сучасному науковому доробку питанням киснепродуктивності лісів, присвячена незначна кількість публікацій у науковій літературі. При цьому, можна констатувати неоднозначне ставлення до питань її важливості та оцінювання в науці. У світі існують розроблені методики оцінювання, у тому числі й економічної. Для України актуальною є методика М.І. Чеснокова і В.М. Долгощєва для кількісного оцінювання даної функції, яка була розроблена у 70-х роках минулого століття. Розрахунок киснепродуктивності за нею здійснюється через два основні показники – фітомасу в абсолютно сухому стані та масу кисню, яка виділяється при утворенні однієї тонни абсолютно сухої органічної речовини. Перший з них розраховується у результаті моделювання росту модальних насаджень певної деревної породи

на деякій території і застосування до отриманих моделей росту системи моделей біологічної продуктивності. Показник маси кисню, яка виділяється при продукуванні однієї тонни абсолютно сухої органічної речовини, є довідковою інформацією. Так, відомо, що у середньому насадження сосни звичайної при продукуванні однієї тони абсолютно сухої речовини виділяють близько 1,4 тонни кисню (від 1393 до 1423 кг для найпоширеніших деревних порід) [2, 3]. Економічне оцінювання киснепродукувальної функції лісових насаджень базується на розрахунку вартості її заміщення промисловим виробництвом кисню хімічною промисловістю.

У масштабі України як територіального утворення киснепродуктивність лісових насаджень має значну локальну важливість. У регіонах, багатих на лісові ресурси, інтенсивне її виконання дозволяє знизити антропогенний тиск на довкілля та покращити якість життя населення.

Наразі розглядаючи киснепродукувальну функцію та кисневий баланс у глобальному масштабі докази тих, хто заперечує їх важливість, звучать переконливо, оскільки ліси не є засобом формування позитивного кисневого балансу у планетарному масштабі. Проте, розглянувши це питання на локальному рівні, на прикладі великих популяційних чи промислових центрів, очевидною стає непересічна важливість цієї функції лісових насаджень. У зв'язку з вищевикладеним, можна зробити висновок про регіональну і локальну важливість киснепродукувальної функції лісу, а відтак і про необхідність її локального моніторингу та оцінки у кількісному виразі [3, 10].

Щодо економічної оцінки киснепродукувальної функції лісів, то у вітчизняних літературних джерелах її запропоновано здійснювати на основі витрат на одержання кисню за допомогою технологій. Зокрема, економічну оцінку киснепродукувальної здатності 1 га лісу пропонується здійснювати за формулою [3]:

$$f_k = \frac{1400 \cdot V_{\text{ГП}} \cdot d_{\text{вс}} \cdot 0,135}{d_k} \quad (1.1)$$

де f – економічна оцінка киснепродукуючої здатності одного гектара лісу на рік, крб.·га¹;

1400 – показник фотосинтезуючої продуктивності деревостанів;

$V_{\text{гп}}$ – річний приріст деревини з одного гектара оцінюваної ділянки, м³·га⁻¹;

$d_{\text{вс}}$ – питома вага деревини у повітряно-сухому стані, г·(см³)⁻¹ (в середньому 0,5);

0,135 – гуртова ціна одного кубічного метра кисню, що отриманий індустріальним способом, крб·(м³)⁻¹;

$d_{\text{к}}$ – питома вага одного літра кисню, г·(дм³)⁻¹ (1,429).

Оцінюючи значення киснепродуктивності лісів Київщини, дослідниками охоплено понад 75 тис. га вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок у двадцяти одному типі лісорослинних умов. Встановлено, що у

листяних лісах Київщини щорічно продукується понад 4 млн т кисню, водночас середня киснепродуктивність досліджуваних деревостанів становить

понад 17 т·га⁻¹·рік⁻¹. Майже 75 % вказаних обсягів кисню продукується твердолистяними насадженнями. Визначено особливості формування

киснепродуктивності лісів у різних типах лісорослинних умов. Зокрема, майже 50 % продукovanого кисню припадає на лісові фітоценози у сугрудах

(1,98 млн т), у тому числі понад 1 млн т кисню продукується насадженнями у свіжих сугрудах (С2). Встановлено значний вплив типу лісорослинних на

показники інтенсивності продукування кисню досліджуваними насадженнями. Найвищі значення середньої киснепродуктивності характерні

для насаджень у свіжому груді та свіжому сугруді, які знаходяться на рівні 26,9 та 23,2 т·га⁻¹·рік⁻¹ відповідно. Чиста киснепродуктивність у цих типах

лісорослинних умов становить 10,8 та 8,9 т·га⁻¹·рік⁻¹ відповідно. Одержані результати слугують інформаційною основою для екологічного моніторингу

впливу лісових екосистем регіону на стан рекреаційного потенціалу Київщини [10].

Щодо функції регулювання клімату, то у літературних джерелах вона розглядається у багатьох випадках в контексті оцінки лісів, розташованих на урбанізованих територіях. Так, наприклад, Loomis та Richardson оцінили вигоди кліматорегулювання, що надаються 42 млн акрів національних лісів, у 490 млн дол. щорічно. Автори звертають увагу, що властивість лісів зменшувати температуру навколишнього середовища є особливо важливою на урбанізованих територіях. Так, у Медісоні (Вісконсін, США) витрати, пов'язані із охолодженням (кондиціонуванням) повітря коливаються біля 671 дол. щорічно за наявності ефективного (енергетично ошадливого) озеленення території, 700 дол. – за відсутності деревних порід та 769 дол. – за умови непродуманого озеленення території [36].

Щодо вартісного оцінювання киснепродукувальної функції лісів, то її доцільно розглядати в контексті економічної оцінки так званих "регулятивних" послуг лісових екосистем ("регулювання газового режиму", "регулювання кількості повітря", "циклічні та фільтраційні процеси", "регулювання клімату", "стабілізація кліматичних умов"). Проте в рамках економічної оцінки "регулятивних" послуг лісових екосистем (пов'язаних із газообміном) увага зарубіжних науковців приділяється передусім таким функціям лісових екосистем, як депоювання вуглецю, регулювання клімату та іншим, на відміну від продукування кисню. Так, функція регулювання клімату у літературних джерелах розглядається переважно в контексті оцінки лісів, розташованих на урбанізованих територіях [34]. Приділяється також увага послугам лісових екосистем, пов'язаним із очищенням повітря та поліпшенням внаслідок цього його якості, що особливо важливо на урбанізованих територіях [36].

Зважаючи на існуючі теоретико-методологічні напрацювання в галузі економічної оцінки еколого-соціальних функцій лісів, сутність кожного із методів економічної оцінки екосистемних послуг в цілому та еколого-соціальних функцій лісів, зокрема, враховуючи особливості таких функцій, можна зробити висновок про можливість використання для

економічної оцінки киснепродукувальної функції лісів витратного методу (оцінка на основі витрат, пов'язаних із виконанням даної послуги замінником), методів умовного суб'єктивного оцінювання (оцінка на основі визначення готовності респондентів платити за отримання екосистемної послуги), гедоністичного ціноутворення (оцінка на основі визначення ефекту від впливу екосистемної послуги на ціну ринкових товарів), а також методу впливу на продуктивність (оцінка на основі додаткового виробітку продукції внаслідок впливу екосистемної послуги на рівень продуктивності праці). Використання ринкового методу (оцінка на основі ціни, що склались на відповідному ринку екосистемних послуг) у даному випадку є неможливим у зв'язку із відсутністю ринку для даної функції лісів. Звичайно, специфіка застосування кожного з наведених методів саме щодо оцінки киснепродукувальної функції лісів потребує подальших наукових досліджень, оскільки ця функція має ряд специфічних властивостей, відмінних від інших функцій, що має знайти своє відображення у її вартісній оцінці. Зокрема, ця функція проявляється паралельно з вуглецедепонувальною функцією лісу та функцією очищення атмосферного повітря, яка вже оцінюється і враховується при встановленні різних механізмів оподаткування.

Висновки до розділу 1.

1. Дослідження біопродуктивності лісів здійснюється вже протягом багатьох століть і набуло особливої важливості в останні роки через необхідність вирішення низки екологічних і економічних питань. Оцінка біопродуктивності лісів, зокрема за компонентами фітомаси, стала невід'ємною частиною розробки глобальних і регіональних вуглецевих бюджетів і вивчення потенціалу лісових масивів у вирішенні енергетичних та кліматичних питань.

2. Ліси визнаються надійною системою для зменшення парникового ефекту завдяки їхнім обсягам продукції і здатності тривало зберігати вуглець у деревах та продукувати кисень.

3. Дотепер, дослідження біотичної продуктивності лісових насаджень були спрямовані в основному на біогеоценологічні та ресурсознавчі аспекти.

Однак, з погіршенням стану довкілля, акцент зміщується на більш глибоке вивчення лісових екосистем та вирішення фундаментальних наукових проблем.

4. У дослідженні екосистемних функцій лісів, важливий роль відводиться системному підходу, який враховує різні аспекти, такі як лісова таксація, лісівництво, математична статистика та інші. Використання системного підходу вимагає застосування математичного моделювання.

5. Україна вже має значний досвід вивчення продуктивності лісових насаджень, особливо біопродуктивності, проте дослідження не достатньо охоплюють природоохоронні і рекреаційні території, такі як національні природні парки, які мають велике екологічне і наукове значення.

6. На території Карпатського НПП, важливо розробляти гнучку політику управління і моніторингу екологічних, ресурсних і соціальних можливостей для забезпечення оптимальної кількості відвідувачів та збереження природних комплексів.

7. Комплексна оцінка біопродуктивності та екосистемних функцій лісів, що пов'язана з пошуком додаткових джерел вуглецю, їх киснепродуктивністю, оцінкою енергетичного потенціалу лісних масивів, підвищенням продуктивності лісів та поліпшенням стану навколишнього природного середовища, має важливе значення для Карпатського НПП, лісові масиви якого відіграють важливу роль в екологічних процесах Українських Карпат.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ТА КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ
ДОСЛІДЖЕННЯ

НУВІП України

2.1. Природно-кліматичні умови регіону дослідження
НУВІП України

Карпатський національний природний парк має важливе значення як у сфері охорони довкілля, так і для рекреації, тому оцінка кліматичних умов на

НУВІП України

його території важлива у цих контекстах. В парку спостерігається вплив основних кліматичних факторів на формування та розподіл природних екосистем, а також вплив цих екосистем на місцеву та регіональну кліматичну

динаміку. Ця комплексна оцінка кліматичних умов необхідна для визначення

НУВІП України

рекреаційного потенціалу парку, зокрема для визначення кліматичного комфорту паркових ландшафтів на різних висотних рівнях [27].

Українські Карпати розташовані в достатній віддаленості від Атлантичного океану і мають гірський ландшафт, що сприяє формуванню

НУВІП України

помірно-континентального клімату. Над гірськими хребтами Карпат переважає вплив заходячих повітряних мас, які часто змінюють напрямку свого руху через гірські перешкоди. Гірський рельєф сприяє розвитку

специфічної гірсько-долинної циркуляції повітря і виникненню схилових

НУВІП України

вітрів, які можуть змінювати швидкість переміщення повітряних мас. У результаті цього помірно-континентальний клімат в Українських Карпатах відрізняється вираженою залежністю від висоти і складною просторовою

різницею в кліматичних умовах на цій території [27, 31, 35].

НУВІП України

Парк розташований у східній, найвищій і орографічно розчленованій частині Українських Карпат, тому на його кліматичні умови впливає рельєф, характер якого позначається на взаємодії циркуляційних, радіаційних

факторів. Тут часто проходять циклони й антициклони, які приносять різні за характером вологості повітряні маси і пов'язані з ними атмосферні фронти. Це зумовлює часті й різкі зміни погоди. Даний район перебуває в зоні впливу

континентальних і атлантичних повітряних мас помірних широт. Іноді сюди

проникають арктичні повітряні маси. Циклони, що надходять із Середземномор'я, супроводжуються значними опадами і сильними вітрами [21, 27].

Температурний режим впливає на рослинність у різних висотних поясах

та визначає характеристики кліматотерапії на території парку. У межах парку

середньодобова температура повітря складає $+6,9^{\circ}\text{C}$, найнижча температура зафіксована у січні, коли вона становила $-3,8^{\circ}\text{C}$. Високі та низькі температури

виникають рідко, і, отже, вони майже не впливають на рослинність та

загальний комфорт для відпочинку. Максимально висока температура,

$+34,5^{\circ}\text{C}$, була зафіксована в липні 2000 року на метеостанції "Підліснів", у той час як мінімальна температура, $-37,0^{\circ}\text{C}$, була зафіксована у січні 1987 року на

Говерлянській метеостанції [21, 27].

Найтепліший місяць на території парку – липень. На висоті 500-600 м пересічна температура його зазвичай становить $+17^{\circ}\text{C}$. На більших висотах вона значно нижча. У листопаді середня температура повітря у високогірських районах стає мінусовою (полонина Пожижевська – $-0,5^{\circ}$) (табл. 2.1).

Зниження температури повітря спостерігається при надходженні холодних повітряних мас із північного напрямку або північно-східного напрямку [21, 27]. В середньому, від'ємні температури повітря властиві на

території парку протягом зимових місяців з грудня по березень, а на висотах

800 метрів і вище це триває з листопада до квітня. (табл. 2.2).

Середня тривалість безморозного періоду на території парку коливається від 157-159 днів на висоті 500 м до 128 днів на висоті 700 м.

Таблиця 2.1

Середня місячна та річна температура повітря, °С [21]

Метеостанція	Висота, м	Місяць												
		січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень	за рік
Яремча	520	-4,3	-3,2	0,8	6,2	11,9	14,9	17,0	16,2	12,4	7,6	2,3	-1,2	6,7
Микуличин	600	-5,3	-4,3	0,4	6,2	11,7	14,8	17,0	16,2	11,9	7,4	1,9	-2,6	6,3
Ворохта	750	-6,4	-4,5	-0,8	4,1	9,9	13,2	15,0	14,4	10,5	5,8	0,7	-3,3	4,9
Яблуниця	830	-6,6	-5,6	-1,0	3,8	9,6	12,8	14,8	13,4	9,8	5,1	0,0	-4,1	4,3
Пожижевська	1430	-6,5	-5,7	-3,3	-1,8	-6,7	10,2	11,1	11,0	7,9	4,2	-0,3	-4,6	2,7

Таблиця 2.2

Середній мінімум температури повітря, °С [21]

Метеостанція	Місяць												
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень	за рік
Яремча	-8,4	-7,0	-3,2	1,7	6,9	10,3	12,1	11,4	8,1	3,9	-1,1	-4,8	2,5
Ворохта	-12,3	-9,9	-6,6	-1,4	4,2	8,7	10,8	8,8	5,3	1,1	-4,0	-7,9	-0,3
Пожижевська	-9,2	-8,3	-6,0	-0,7	4,1	7,4	8,7	8,7	5,5	1,6	-2,6	-7,0	0,2

Найнижчі показники абсолютного мінімуму спостерігалися в січні й лютому і досягали $-32-29^{\circ}\text{C}$ (табл. 2.3). Абсолютний мінімум істотно позначається на висотному поширенні й загальному стані чутливих до низьких температур деревних порід – клена-явора, ясена, бука, ялиці.

Функціонування лісових екосистем, які містять теплолюбиві деревні породи, є значною мірою піддане впливу ранніх і пізніх заморозків, які є характерними для території парку. Ймовірність та регулярність таких заморозків залежать не лише від особливостей циркуляції повітряних мас, але також від географічних особливостей, рельєфу і локальних особливостей території.

Високогір'я може відзначити перший осінній заморозок вже наприкінці серпня, тоді як на висоті 600–700 метрів це може статися на початку вересня.

На нижчих висотах, до 500 метрів, перші осінні заморозки відзначаються наприкінці другої декади вересня (наприклад, у Яремчі). Перший пізній осінній заморозок у високогір'ї може настати на початку жовтня, тоді як на висоті до 500 метрів це може статися наприкінці жовтня. Розрізненість в датах настання пізніх осінніх заморозків, в залежності від висоти над рівнем моря, становить понад 20 днів [21].

Весняні заморозки в горах зазвичай спостерігаються в кінці квітня або на початку травня на висоті 500 метрів, іноді навіть в середині червня. Щодо опадів і випаровування, територія парку відноситься до зони стійкого зволоження, а найвищі частини гір належать до зони надмірного зволоження.

Рельєф впливає на розподіл опадів. За даними в табл. 2.4, видно, що кількість опадів збільшується з висотою протягом всього року. У окремі роки, кількість опадів взимку може перевищувати 200 мм.

Літні місяці відзначаються найвищими опадами, які становлять 60–80 % річної норми. Це велике кількість опадів влітку обумовлене переміщенням атмосферних фронтів з північного заходу та заходу, а також впливом південно-західних циклонів. Максимальна кількість опадів в липні, коли суми опадів можуть сягати від 80 до 200 мм і більше.

Таблиця 2.3

Абсолютний мінімум температури повітря, °С [21]

Метеостанція	Місяць												
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень	за рік
Яремча	-32	-30	-29	-10	-4	0	4	2	-2	-18	-22	-29	-32
Пожижевська	-29	-26	-22	-13	-8	-5	0	0	-7	-13	-17	-25	-29

Таблиця 2.4

Середня місячна та річна кількість опадів, мм [21]

Метеостанція	Висота, м	Місяць												
		січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень	за рік
Яремча	520	38	41	44	71	99	140	135	118	75	69	61	47	938
Кремінці	675	48	52	52	78	108	149	145	126	81	75	68	56	1038
Ворохта	750	36	35	49	66	110	131	138	117	82	62	50	38	914
Яблуниця	835	49	57	54	77	118	152	149	133	87	85	69	58	1088
Шибени	850	53	53	57	70	114	151	139	110	85	66	65	55	1017
Пожижевська	1430	77	104	114	102	138	189	182	148	108	98	125	116	1501

Під час осіннього періоду циркуляційні процеси зазнають поступових змін. В Карпатах осінь є найсухішою порою року. У вересні кількість опадів у середньому на 20–30 мм менша, ніж у серпні, а в окремих місцях ця різниця може становити навіть 50 мм (наприклад, на Пожижевській вершині). Загалом восени суми опадів, які досягають 300 мм і більше, спостерігаються лише на вершинах Пожижевського масиву та прилеглих до нього територіях. Кількість опадів, їх тип, тривалість і інтенсивність мають значний вплив на розвиток гідромережі, виникнення повеней, селевих потоків та зсувів, а також на розвиток і інтенсивність ерозійних процесів [27].

Зі зростанням висоти над рівнем моря температура на території парку знижується на 0,6–0,7°C на кожних 100 метрах. Ця зміна супроводжується збільшенням кількості твердих та сумішевих опадів та кількості днів, коли вони випадають. Велика кількість опадів, яка осідає на вершинах дерев, при сильному вітрі може спричинити сніголавини і снігові замети. Ці явища завдають значних пошкоджень, переважно в густих смерекових лісах на передгір'ї та в середньогір'ї.

Вітровий режим на території Карпатського Національного Природного Парку відображає загальні умови атмосферної циркуляції лише в обмеженій мірі і значною мірою залежить від місцевого рельєфу. Масштаб і розташування гірських хребтів, розміри та географічне положення річкових долин на території парку впливають на вітровий режим і формують його характерні особливості [27].

Протягом року найнижча середня швидкість вітру (1–2 метри на секунду) спостерігається влітку або на початку осені, коли процеси атмосферної активності мають невеликий обсяг. Однак на гірських вершинах, таких як Пожижевська та Піп Іван, в цей період швидкість вітру може сягати 4–5 метрів на секунду. Взимку середня швидкість вітру становить 1–3 метри на секунду, а в горах вона може досягати 8 метрів на секунду.

Вітри зі швидкістю понад 15 метрів на секунду є небезпечними для лісових екосистем, зокрема для монокультур смереки. Вони можуть

спричиняти як окремі, так і масові ламання та винос лісового-деревинного матеріалу та завдають значних збитків лісовому господарству. Велика швидкість вітру також може створювати деякий дискомфорт у ландшафтах, призначених для рекреації [27].

При значному обсязі опадів характеристики клімату території парку відзначаються високим рівнем відносної вологості та парціального тиску водяної пари (див. таблицю 2.5). При зростанні висоти над рівнем моря ці параметри клімату залишаються майже незмінними, і на полонині Пожижевській парціальний тиск водяної пари навіть менший, ніж у Яремчі.

Таблиця 2.5

Середня місячна та річна відносна вологість повітря, % та парціальний тиск водяної пари, Па [27]

Метео-станція	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	За рік
Відносна вологість													
Яремча	75	77	74	72	74	75	76	77	78	78	80	78	76
Пожижевська	77	79	79	76	77	78	79	78	78	75	81	81	78
Парціальний тиск водяної пари													
Яремча	3,6	3,9	4,9	7,1	9,9	13,0	14,7	14,1	11,5	8,3	6,3	4,4	8,5
Пожижевська	3,0	3,3	3,9	5,3	7,5	9,5	10,6	10,5	9,0	6,2	5,0	3,6	6,5

З метою ефективною реалізації природоохоронної діяльності територія Карпатського НПП розподілена на дванадцять природоохоронних науково-дослідних відділень (ПОНДВ) площею від 1,5 тис. га (Високогірне ПОНДВ) до майже 4,6 тис. га (Говверлянське ПОНДВ) (рис. 2.1).

Великий діапазон абсолютних висот території НПП (від 400 м до 2061 м) зумовлює значну загальну мінливість кліматичних показників залежно від висоти над рівнем моря. М.С. Андриайов запропонував поділ Українських Карпат на шість висотних термічних зон [27]. На території Карпатського НПП виділяються тільки чотири з них.

Для висоти 400–850 м н. р. м., де сума позитивних температур становить 1800–2200°C, характерна кліматична зона з помірним і вологим кліматом. У межах висот 850–1200 м н. р. м., де сума температур знижується до 1400–1800°C, це прохолодна, вологіша зона. Від висоти 1200 до 1500 м н. р. м. сума температур падає до 1000–1400°C, внаслідок чого формується помірно холодна, дуже волога зона. У межах висот 1500–2061 м н. р. м., де сума позитивних температур становить лише 600–1000°C, сформувалася холодна зона [27].

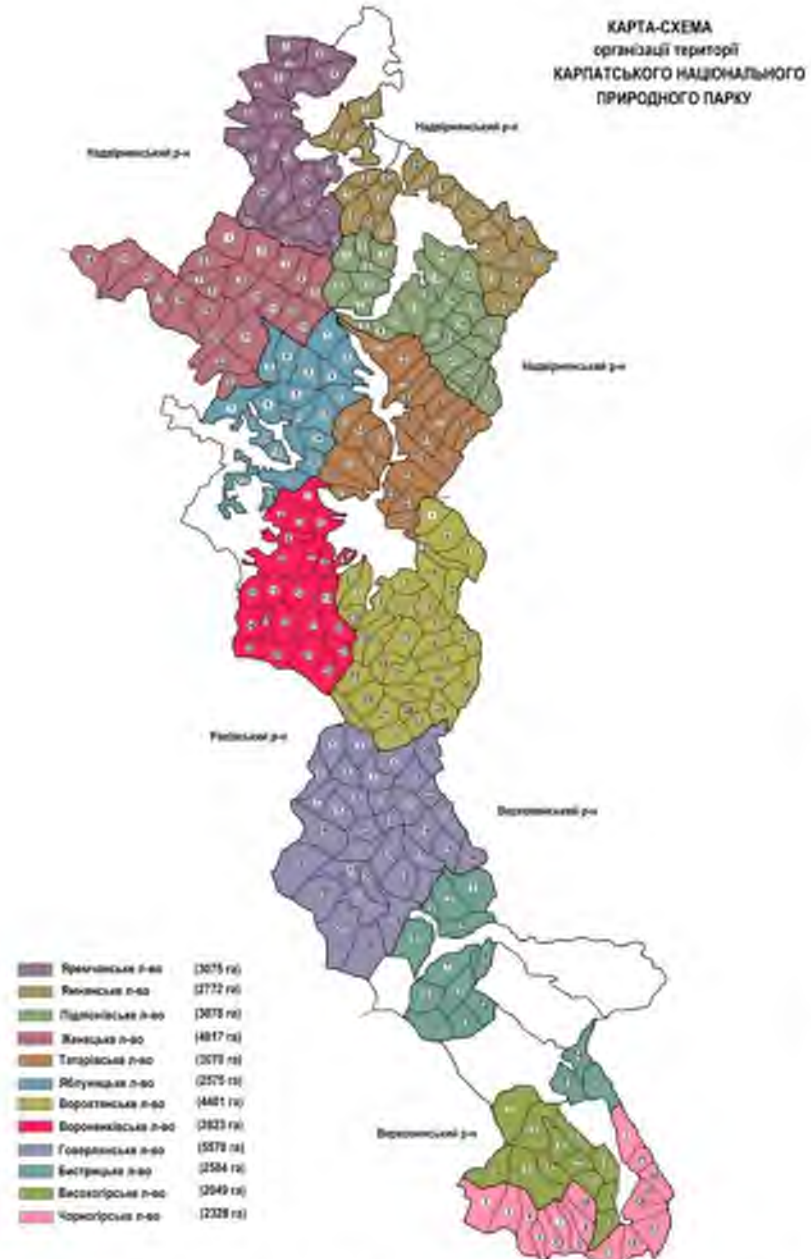


Рис. 2.1. Карта-схема організації території Карпатського НПП [27]

Верхня межа прохолодної термічної зони збігається з верхньою межею поширення мішаних деревостанів з переважанням бука, ялиці і ялини, верхня межа помірно-холодної зони в основному співпадає з верхньою межею поширення лісової рослинності, яка складається з ялиників з одиначною участю клена-явора, кедра, берези. В холодній зоні розташовані субальпійський і альпійський пояси гір [27].

Загалом же клімат Карпатського НПП сприятливий для багатоглибової лісової та субальпійської рослинності, для розвитку туризму й активного відпочинку в усі пори року [27].

Вплив постачання енергетичних ресурсів в екосистему впливає не лише на її біологічну продуктивність, а також на фізичні характеристики навколишнього середовища. Рослинний покрив призводить до зменшення потоку радіаційної енергії до поверхні ґрунту, оскільки відбувається збільшення витрат на транспірацію і дихання рослин. Проведений аналіз результатів досліджень впливу лісових екосистем на компоненти радіаційного балансу показав, що смерекові і букові ліси в парку мають відносно невисоку пропусканість загальної радіації. Згідно з науковими дослідженнями Б. О.

Крока [27], пропускання інтегральної радіації під кронами свіжої мезотрофної букової рослинності 120-річного віку у Східних Бескидах становить 10 %, а у вологій чорницево-мезотрофній смереки того ж віку в Говерляньському природоохоронному науково-дослідному відділенні – всього 7%.

Гумідний та евгумідний клімат у Черногірському та Горганському масивах призводять до створення густої мережі гірських рік, які, будучи важливою складовою ландшафту, мають важливе значення для рекреації. Головними водними артеріями в парку є ріки Прут і Чорний Черемош. Прут, третя за розміром ріка Українських Карпат після Тисмениці й Дністра, починає свій шлях між Говерлою і Гомулом і тече через територію парку спочатку на північно-східний, а потім на північний напрямок на протязі понад 50 кілометрів. Річка виділяється своєю живописністю, проходячи через живописні каньйони, і створює свого роду "гідрологічний феномен"

національного парку. Основними притоками Прута є Орендарчик (із струмками Несамовитий та Гомулець), Фовресок, Піги, Прутець Яблуницький, Прутець Чемерівський, Женець, Жойка, Кам'янка і багато інших. Лівий притік Прута, який починається на схилах Говерли, формує найвищий в Українських Карпатах водоспад Гук заввишки близько 84 метри.

Перетинаючи ущелини з твердих ямненських пісковиків в середній частині свого шляху, Прут також формує кілька унікальних водоспадів [27].

Чорний Черемош бере свій початок в Чивчинських горах поза межами національного парку і має кілька основних притоків, включаючи Шибений, Погорілець, Дземброня, Бистрець із Галжиною та Мрією, Кізім із Степанцем. Тривалий час в річці Черемош проводили сплав лісу, і для цієї мети у верхів'ї річки було споруджено спеціальні греблі, відомі як "клаузури". Практика сплаву лісу тривала до кінця 1960-х років.

Басейни Прута та Чорного Черемоша відзначаються унікальними екологічними умовами, які впливають на рослинний і тваринний світ. Наприклад, навесні в верхів'ї Прута у холодних ущелинах довгий час зберігаються снігові маси, що створює особливий мікроклімат, який сприяє поширенню тут гірських видів рослин, таких як душекія зелена, верба сілезька, аденостилес сіролистий, цицербіт альпійський і інші. На річкових терасах формуються спільноти сіровільхи та вільхово-смерекових фітоценозів, які мають важливе захисне значення, а також розташовані групи трав'янистих рослин, таких як кременя, крем'яник гарний та інші гігрофільні види. Оскільки на цій території значно впливає людська діяльність, флора в руслах рік також багата на синантропні види рослин [27].

Зменшення лісового покриву у водозбірних басейнах рік Прут і Черемош порушило нормальний гідрологічний режим та призвело до нестабільного рівня води в цих річках. У весняно-літній період, під час дощів, часто виникають паводки. Тому для відновлення сталості гідрологічного режиму необхідно збільшувати лісовий покрив у басейнах цих річок і підвищувати роль лісових екосистем у водозахисті.

Стан здоров'я річки Прут негативно впливає розміщений на території парку великий спортивно-туристичний комплекс "Заросляк", численні санаторії та відпочинкові будинки, які не мають очисних споруд, а також порушення санітарного режиму місцевим населенням. З огляду на важливу роль річки Прут у ландшафтному та рекреаційному контексті, збереження чистоти її вод є однією з першочергових екологічних задач [27].

У Ворохтянському ПОНДВ, крім річок і потоків, знаходяться цінні джерела сірководневої води. У Говерлянському та Високогірному ПОНДВ збереглися невеликі озера, які мають походження льодовикового процесу і представляють інтерес у ландшафтному, геоморфологічному та ботанічному відношенні. Серед них варто виділити озера Марічейка та Несамовите, з площами, які становлять відповідно сім тисяч і три тисячі квадратних метрів.

Перше з них знаходиться на висоті 1510 м над рівнем моря, а друге – на висоті 1750 м над рівнем моря [27].

Утворення ґрунтів в парку є результатом взаємодії різних природних чинників, які взаємодіють та доповнюють один одного. Багато факторів впливали на ці процеси, включаючи рельєф, геологічну будову, види лісів, що вкривають ґрунтовий покрив. Значний негативний вплив на ґрунти справляє також господарська діяльність людини, що часто призводить до їх деградації. Однак деякі ключові характеристики ґрунтів, такі як товщина профілю, вміст скельних включень, механічний та хімічний склад, безпосередньо залежать від скельних порід, які лежать в основі гірських масивів [27].

На території парку переважають бурі гірсько-лісові ґрунти, а також буроземно-підзолисті, гірсько-лучно-буроземні, дернові та лучні. Тут їх налічується 26 різновидів. Ростуть на них ялицеві, смерекові і букові ліси.

У межах хвойно-широколистяних лісів найбільш поширеними є світло-бурі ґрунти, а вище, в межах смерекових лісів – темно-бурі. Гірський ландшафт сприяє змиванню ґрунтів водою, тому зустрічаються ґрунти різного ступеню змивання [27].

У межах хвойно-широколистяних лісів найбільш поширеними є світло-бурі ґрунти, а вище, в межах смерекових лісів – темно-бурі. Гірський ландшафт сприяє змиванню ґрунтів водою, тому зустрічаються ґрунти різного ступеню змивання [27].

У межах хвойно-широколистяних лісів найбільш поширеними є світло-бурі ґрунти, а вище, в межах смерекових лісів – темно-бурі. Гірський ландшафт сприяє змиванню ґрунтів водою, тому зустрічаються ґрунти різного ступеню змивання [27].

У межах хвойно-широколистяних лісів найбільш поширеними є світло-бурі ґрунти, а вище, в межах смерекових лісів – темно-бурі. Гірський ландшафт сприяє змиванню ґрунтів водою, тому зустрічаються ґрунти різного ступеню змивання [27].

Буроземи, також відомі як бурі гірсько-лісові ґрунти, поширені у високогірній частині регіону лише на території з відмінною водостічною системою та добре дренованими материнськими породами. Ці материнські породи включають елювійні та делювійні відклади карпатського флішу.

Буроземи формуються в умовах гірського рельєфу, на схилах різної крутизни та експозиції. Особливістю материнських порід цих ґрунтів є їх невелика глибина, включеність щебеня та відсутність вмісту карбонатів. Буроземи розвинулися під верхньогірськими лісами, де переважають буки, ялини та однодомінантні верхньогірські смерекові ліси. Також вони поширені під деякими видами мішаних лісів, що ростуть у нижній частині гір з участю буків, а також під лісами зеленівільхового та гірськососнового криволісся. Буроземи є домінуючим типом ґрунтів в Карпатах [27].

Потужність буроземів переважно коливається в межах 60–75 см і лише зрідка перевищує 1 м. Вона зменшується на гострих гребнях хребтів і вершинах гір і дещо збільшується при підніжжях схилів. Глибина ґрунтів певною мірою залежить також від фізичних і хімічних особливостей материнських порід.

Серед гірсько-лісових бурих ґрунтів переважають суглинисті різновиди.

Легкосуглинисті ґрунти трапляються на всіх висотних рівнях на переважно пісковикових світак і пачках флішу. Важко суглинисті різновидності фіксуються зрідка, здебільшого вони тяжіють до увігнутих елементів рельєфу.

Гірсько-лісові підзолисті ґрунти сформувалися внаслідок інтенсивного процесу вимивання на невапнястих і маловапнястих кварцевих пісковиках і супіщаних субстратах. Вони широко поширені на всіх висотних рівнях лісової зони національного парку під чистими смерековими лісами нижнього гірського поясу (літогенними), а також під ялицево-смерековими, сосновими та кедрово-смерековими фітоценозами. Рідше вони можуть зустрічатися під ялицевими та чистими смерековими угрупованнями високогір'я. У субальпійському поясі

Горган також можна знайти ці ґрунти під гірсько-сосновим криволіссям. Проте під гірсько-сосновими лісами Чорногори вони зустрічаються значно рідше [27].

В альпійському поясі Чорногори основні площі зайняті гірсько-лучно-буроземними ґрунтами. Сформувались вони під трав'янистою та чагарниковою рослинністю карпатського високогір'я на елювії-делювії флішу [27].

Інформація про рельєф Карпатського національного парку є значущою з точки зору наукових досліджень і заходів з охорони навколишнього середовища, особливо для розуміння впливу рельєфу на формування біогеоценозів та закономірностей розташування рослинного покриву на різних висотах.

З різних точок зору рельєф території Карпатського національного парку можна розділити на три райони:

1. Район Чорногори, який є частиною гірського масиву Полонинської тектонічної зони Карпат і включає в себе гірські хребти.
2. Район Ворохтянського низькогір'я, який відповідає давній Ясиня-Черемоській повздовжній долині та є менш високим і гірським.
3. Район середньовисоких Горган, що включає частину зовнішньої тектонічної (Скибової) зони Карпат.

Долина річки Прут є об'єктом геоморфологічного значення, який об'єднує всі три райони. Кожен із них має свої унікальні геоморфологічні особливості [27].

Чорногора є найвищим хребтом в Українських Карпатах, з шістьма вершинами, що перевищують 2000 метрів, найвищою із них є Говерла (2061 м). Середня висота Чорногори складає 1850 метрів, і хребет має приблизну довжину 30 кілометрів. Полонинська гряда, яку чітко визначає гірський масив

Чорногора, включає в себе найвищі хребти флішового пасма Карпат, які піднімаються на висоту понад 1500 метрів. Однак ці хребти розділені простором, який іноді перевищує навіть довжину самого хребта. Такий

розподіл гірських масивів виглядає нетипово, оскільки лінійна орієнтація гірських структур зазвичай відповідає простяганню Карпатських гір.

Басейн річки Прут, яка є головною водною артерією парку, має велике значення з точки зору екології, ландшафтної привабливості та можливостей для відпочинку. Цей басейн є щільно заселеним і потребує особливого захисту.

[27].

2.2. Економічні, екологічні та соціальні умови регіону дослідження

Ліси є критично важливими для глобальних екологічних систем Землі, оскільки вони відзначаються найвищою активністю в біологічному кругообігу та накопичують найбільшу органічну масу, яка постійно зростає. Ліси функціонують як резервуари і переносники енергії, що активно взаємодіють з природними процесами та сприяють розвитку біосфери [21].

Українські Карпати представляють собою унікальний природний та територіальний комплекс, який багатий на значні запаси рослинної сировини, що знаходять широке використання у будівництві, деревообробці, хімічній,

харчовій та фармацевтичній промисловості. Рослинне покриття Карпатських гір виконує важливі функції в сферах захисту, водорегулювання та регулювання клімату, і ці впливи не обмежуються лише територією

України, оскільки вони також проявляються на прилеглих рівнинах Словаччини та Угорщини. Карпати також мають великі резерви нафти та природного газу, значні поклади калійних солей, вапнякової сировини, горючих сланців та будівельних матеріалів. Регіон славиться численними джерелами лікувальних мінеральних вод, а також функціонує значна кількість закладів, спрямованих на лікування, профілактику, туризм та рекреацію [21].

Через розташування карпатських лісів у центрі Європи, де ландшафти вже суттєво перетворені під впливом людської діяльності, їх роль як "легенів" нашого континенту набуває глобального значення. Однак зараз самі

карпатські ліси знаходяться під загрозою через порушення правил лісокористування, втрату лісових земель, неефективний насовищний режим для худоби, а також через їхнє сусідство з промисловими центрами, які є джерелами хімічного забруднення Карпатського регіону (такими як Калуш, Стебник, Надвірна, Новий Роздол, Дрогобич, Бурштин та інші). Це створює постійну загрозу для цього регіону, зокрема через можливість кислотних опадів [21].

Стародавня людська діяльність в регіоні, пов'язана з полонинським господарством, інтенсивним використанням лісів та значним розвитком гірничодобувних робіт в другій половині ХХ століття, зокрема видобутком нафти, газу, сірки, калійних солей, будівельних матеріалів та іншого, призвели до суттєвих антропогенних змін у ландшафтних комплексах. В результаті цього екологічні проблеми, пов'язані із деструктивними процесами в ландшафтах, різко погіршились, особливо в останнє десятиріччя. Зменшення лісистості регіону з 95% до 53% і видалення криволісся у високій висоті призвели до порушення нормального гідрологічного режиму гірських річок та втрати захисної функції лісів, що вплинуло на екологічний баланс у водозбірних басейнах. Це спричинило появу небезпечних повеней, збільшення масштабів негативного впливу на навколишнє середовище. Особливо руйнівними були повені 1998 і 2001 років, які призвели до людських жертв, руйнації гідротехнічних та транспортних споруд, а також житлових будівель [21, 27].

Карпатський національний природний парк розташований на південно-східній території Івано-Франківської області, в східній частині північного схилення Українських Карпат, що охоплює територію Яремчанської міської ради та Верховинського району. Північна межа парку прилягає до філії ДП «Ліси України», а саме «Делятинське лісове господарство», центральна частина межує з «Ворохтянським лісовим господарством», а південно-східна частина межує з «Верховинським лісовим господарством». За південно-західною частиною парк прилягає до території Закарпатської області. Ці лісогосподарські підприємства мають економічні зв'язки з Карпатським

національним природним парком, що стосуються як постачання деревини для переробки, так і постачання паливних деревин для місцевих населених пунктів [21].

Динаміка лісового фонду і стан лісів на території Івано-Франківської області обумовлена господарською діяльністю людини. Інтенсивне вирубування лісів, яке почалося наприкінці XIX ст., після прокладення у Карпатах залізниці, продовжувалися до кінця 60-х років XX ст. Особливо інтенсивною промисловою заготівлею лісу здійснювалася у 1950–1960-х роках.

Тільки за сім років (1950–1957 рр.) в області було зрубано 27 млн м³ деревини.

Однією з причин антропогенного впливу, яка призводить до негативних змін в природному середовищі Івано-Франківської області, є велика кількість населених пунктів і висока густина населення, які викидають забруднюючі речовини у природу. Середній рівень густоти населення в області становить 100 осіб на 1 квадратний кілометр (в Україні цей показник становить 80 осіб на 1 квадратний кілометр). Найвищі рівні густоти населення (170–288 осіб на 1 квадратний кілометр) та демографічного навантаження (1,7–3,6) спостерігаються в передгір'ях, особливо через присутність міст тут, таких як Івано-Франківськ, Калуш, Коломия та Долина.

Розвиток індустріально-енергетичного комплексу в Івано-Франківській області призвів до викидів та нагромадження різних забруднюючих речовин в атмосферне повітря та природне середовище. За період від 1981 до 2004 року в атмосферне повітря було викинуто понад 8,0 мільйонів тонн забруднюючих речовин. У середньому по області щільність викидів на кожному квадратному кілометрі становить 16,2 тонни (в Україні – 6,8 тонни). За цим показником область займає п'яте місце в Україні. Середній викид забруднюючих речовин на одного жителя складає 161,2 кілограма, що вдвічі перевищує середній показник по всій Україні [31, 32].

У структурі викидів стаціонарних джерел на діоксид сірки (SO₂) припадає 70–80 %, оксиди азоту (NO, NO₂) – 2–5 %, оксид вуглецю (CO) – 3–5 %. Викиди твердих речовин сягають 20 %. До них належать вугільна зола і пил, які містять

широкий спектр хімічних елементів різної токсичності – кадмій, свинець, мідь, цинк, ртуть, нікель, ванадій та інші. Івано-Франківська область посідає четверте місце за рівнем забруднення повітря серед регіонів України. Щорічно в атмосферу потрапляє 5,3 т свинцю, 0,25 т ртуті, 5,8 т миш'яку, 5,6 т міді, 5,9 т нікелю, 15,1 т цинку, майже 99 % з них становлять викиди Бурштинської ТЕС.

Без урахування викидів Бурштинської ТЕС, 60 % забруднюючих речовин постачає автотранспорт, який є основним джерелом забруднення повітря в населених пунктах (пил, NO₂, CO₂, CO) [31, 32].

Зростаючий техногенний вплив на природне середовище, охоплюючи всю біосферу, призводить до активного процесу деградації природних ландшафтів. У зв'язку з цим виникає важлива мета перед екологами - зберегти останні недоторкані природні угіддя для збереження біорізноманітності в біосфері, зберегти генофонд живих організмів та природні умови, необхідні для їхньої еволюції [31, 32].

Якщо Карпатський НПП має за основні завдання посилення захисних функцій лісів, раціональне використання рекреаційних ресурсів та проведення заходів з природоохорони, то лісові підприємства, що прилягають до території парку, виконують функцію задоволення потреб підприємств та населення в деревині. Використання природних ресурсів парку здійснюється на основі науково обґрунтованих лімітів (норм), які враховують масштаби і інтенсивність господарського використання природних ресурсів, а також соціальні, природничі та охоронні питання.

Під час видобутку деревної та недеревної продукції, господарська діяльність значно впливає на всі аспекти лісової екосистеми, змінює природні процеси, порушує природні екологічні взаємозв'язки. Це призводить до зниження біорізноманітності та зменшення продуктивності. Тому, дотримання вимог щодо охорони природи під час проведення різноманітних видів лісогосподарських робіт є необхідною умовою для подолання цих негативних тенденцій [31, 32].

Розвиток економіки та процеси урбанізації, які супроводжуються інтенсивним використанням природних ресурсів, без врахування структури та стійкості ландшафтів, призвели до виникнення серйозних екологічних проблем. Ці проблеми стали обмежуючим чинником для соціально-економічного розвитку області. Для досягнення балансу між використанням лісових ресурсів та їх охороною необхідно обов'язково узгоджувати видобуток лісних ресурсів із системою заходів з природоохоронного характеру, спрямованих на збереження та відновлення лісових масивів. Охорона лісу, підвищення його продуктивності та біологічної стійкості повинні бути визначені як основні пріоритети у сфері лісового господарства. Впровадження комплексу заходів, включаючи організаційні, юридичні, економічні, соціальні, наукові та практичні ініціативи, спрямованих на зменшення обсягів вирубки та деградації лісів, а також раціональне використання та відновлення лісових ресурсів, допоможуть здолати ці проблеми [31, 32].

2.3. Формування екомережі у межах регіону дослідження

Збереження біологічного різноманіття передбачає охорону водночас і окремих особин, і їхніх груп у межах певної території, й екосистем у цілому разом з їхнім середовищем існування. Зменшення біологічного різноманіття є в значній мірі результатом діяльності людини. Основну загрозу для біологічного різноманіття становлять незаконні забудови та вирубування лісів, браконьєрство, розорювання місць поширення видів, здійснення господарської діяльності на території прибережних захисних смуг, гірських та степових районів, інтродукція чужорідних видів, кліматичні зміни, забруднення довкілля, неконтрольований видобуток природних багатств. Зниження рівня біорізноманіття займає особливе місце серед головних екологічних проблем сучасності. Наслідком зникнення видів стане руйнування існуючих екологічних зв'язків та деградація природних

угруповань, неспроможність їх до самовідновлення, що призведе до їх зникнення. Подальше скорочення біорізноманіття може привести до дестабілізації біоти, втрати цілісності біосфери та її здатності підтримувати

найважливіші характеристики середовища. Внаслідок незворотного переходу біосфери в новий стан вона може стати непридатною для життя людини.

Ландшафтне різноманіття визначається кількістю природних географічних комплексів – ландшафтів, як сукупностей рельєфу, клімату, вод, ґрунтів, об'єктів рослинного й тваринного світу, які знаходяться у складній взаємодії і

взаємозумовленості та утворюють однорідну за умовами розвитку і єдину цілісну систему [15].

Ідея створення екомережі – комплексної багатофункціональної системи відтворення природних властивостей навколишнього середовища, збереження

біорізноманіття і забезпечення екологічної рівноваги є результатом

осмислення того, що тільки збільшенням площі заповідних територій не

можна зупинити деградацію природних екосистем. Вона відображає бажання

вийти за рамки заповідних територій, створити умови для відтворення біорізноманіття з метою забезпечення екологічної стійкості у природних і

антропогенних ландшафтах, екологічної безпеки і сприятливих умов для

існування живих організмів і людини. Однак, крім формування системи

об'єднаних в екомережу стабілізуючих територій з певними обмеженнями

використання природних ресурсів, суспільство потребує територій для

отримання ресурсів сировини і виробництва продуктів харчування.

Необхідність формування екомережі на території Івано-Франківської області

обумовлена порушенням цілісності і структурно-функціональної організації

природних ландшафтів внаслідок значного антропогенного і техногенного

навантаження. В результаті їх денатуралізації утворилися антропогенні

ландшафти, в яких природні біоценози замінені агроценозами і

урбоекосистемами. Наслідком цього є збіднення біотичного і ландшафтного

різноманіття, яке складає основу природних ресурсів і є необхідною умовою

формування безпечного середовища життєдіяльності людей [15].

Основою для створення екомережі є природно-заповідний фонд області, який нараховує 526 територій та об'єктів загальною площею 223,852 тис. га, з них 33 об'єкти загальнодержавного значення, площею 131,6 тис. га і 493 об'єкти місцевого значення, площею 92,23 тис. га, що становить 16,07 % території області. Флора області нараховує понад 1500 видів рослин, що складає більше половини списку флори України. На заповідних територіях області охороняється більше 1000 видів судинних рослин, що становить майже 55 % всієї флори Українських Карпат. Майже третина природної флори Івано-Франківщини, потребує повної або часткової охорони. Сюди належать ендемічні та реліктові, рідкісні та зникаючі види рослин. 126 видів рослин і грибів занесені до Червоної книги України та Європейського Червоного списку, 21 вид рослинних угруповань, занесених до Зеленої книги України, з них 19 – рідкісних рослинних угруповань, 88 – типових рослинних угруповань, що підлягають охороні, 7 видів рослин та грибів, які перебувають під загрозою зникнення. Тваринний світ – один з компонентів природних ресурсів області. Різноманітність і багатство природних ландшафтів та вигідне географічне розташування стало передумовою розвитку та існування своєрідної рідкісної фауни, котра порівняно з іншими регіонами України значно багатша. Хребетні представлені 435 видами, ссавці – 74 видами, птахи – 280 видами, 109 видів зникаючих тварин занесені до Червоної книги України [15].

До обласної програми охорони навколишнього природного середовища до 2025 року, затвердженої рішенням Івано-Франківської обласної ради від 23.12.2020 № 30-2/2020, включено підпрограму «Наука, інформація і освіта, підготовка кадрів, оцінка впливу на довкілля, стратегічна екологічна оцінка, організація праці, забезпечення участі у діяльності міжнародних організацій природоохоронного спрямування, впровадження економічного механізму забезпечення охорони навколишнього природного середовища», яка передбачає заходи щодо розроблення екологічної мережі Івано-Франківської області та підпрограму «Збереження природно-заповідного фонду». На замовлення обласної державної адміністрації Українським науковедослідним

інститутом гірського лісівництва імені П. С. Пастернака, реалізовано природоохоронний захід «Розроблення проекту схеми регіональної екологічної мережі Івано-Франківської області». Визначено об'єкти і структурні елементи екомережі області. Загальна площа регіональної екомережі Івано-Франківської області становитиме орієнтовно 806,3 тис. га, у тому числі: макроекокоридори – 502,1 тис. га, базові ключові території національного значення в їх складі – 280,5 тис. га. Решта територій буде представлена природними ядрами та екокоридорами регіонального та локального значення, буферними та відновними територіями [15].

2.4. Основи положення використаних методичних підходів

У межах магістерської кваліфікаційної роботи використано такі загальнонаукові методи дослідження як системний аналіз, синтез та узагальнення.

Процес дослідження киснепродуктивності насаджень Карпатського національного природного парку складався з таких етапів: підбір з наукових літературних джерел таблиць біопродуктивності та чистої первинної продукції досліджуваних деревостанів; підбір моделей для визначення кількісних параметрів компонентів фітомаси; оцінювання киснепродукувальної функцій.

Для встановлення динамічних трендів зміни показників біопродуктивності та чистої первинної продукції насаджень Карпатського національного природного парку, за основу було використано таблиці біопродуктивності модальних насаджень з літературних джерел [3].

У процесі підбору моделей оцінки надземної фітомаси насаджень Карпатського національного природного парку спочатку перевірялися багатофакторні залежності компонентів фітомаси від основних таксаційних характеристик насаджень. При цьому під час пошуку залежностей відкидалися

ті фактори, вплив яких на досліджувані компоненти був мінімальний або ж зовсім відсутній.

Пошук математичних моделей взаємозв'язку компонентів фітомаси насаджень головних лісотвірних порід в абсолютно сухому стані здійснювався з використанням наступної залежності [3]:

$$m_i = f(A, D, H, \Pi) \quad (2.1)$$

де m_i – відповідні компоненти надземної фітомаси деревостанів головних лісотвірних порід в абсолютно сухому стані, т·га⁻¹; $f(A, D, H, \Pi)$ – функції відповідних таксаційних ознак деревостану.

Як уже зазначалося, значущість впливу факторів на досліджувані компоненти фітомаси оцінювалася на 5%-му рівні за довірчими інтервалами коефіцієнтів регресії. Крім цього, адекватність одержаних моделей вихідним даним оцінювалася статистиками їхніх залишків та за коефіцієнтами детермінації одержаних рівнянь. За основу було використано моделі взаємозв'язку компонентів фітомаси насаджень головних лісотвірних порід в абсолютно сухому з літературних джерел [3].

Оцінка киснепродукувальної функції була проведена на основі методики М.І. Чеснокова та В.М. Долгощєва [33], яка полягає у обчисленні досліджуваного показника через приріст фітомаси у абсолютно сухому стані та показник маси кисню, що виділяється при продукуванні насадженням однієї тони абсолютно сухої органічної речовини. Цей показник, залежно від деревної породи, змінюється в межах від 1393 до 1423 кг.

Приріст фітомаси у абсолютно сухому стані було встановлено на основі даних з реляційної бази даних «Повидільна таксаційна характеристика лісу», що відображають повидільну таксаційну характеристику насаджень Карпатського національного природного парку, за допомогою моделей оцінки фітомаси та динамічних показників зміни чистої первинної продукції. Оцінка киснепродукувальної функції досліджуваних деревостанів здійснювалася з

використанням методики визначення чистої первинної продукції
А. З. Швиденка [34].

Комбіноване використання згаданих методичних підходів, дозволило отримати запланований у магістерській роботі результат – кількісні показники киснепродукувальної функції насаджень Карпатського національного природного парку

Висновок до розділу 2

Підсумовуючи аналітичні узагальнення цього розділу, можна виокремити наступні висновки:

1. Територія парку має сприятливі природно-кліматичні умови і велику цінність через природні екосистеми, які важливі для збереження екологічної рівноваги, яка виходить за межі Карпатського регіону і має глобальне значення.

2. Основні завдання Карпатського національного природного парку повинні бути спрямовані на збереження і відновлення природних ландшафтів і корінних деревостанів, підвищення захисних і регулюючих функцій лісу та вивчення біогеоценозів і інших унікальних об'єктів.

3. Поліпшення стану лісів Карпатського національного природного парку, відновлення деревостанів, подібних до природних за структурою, та підвищення стійкості і продуктивності лісів можливі завдяки правильним і своєчасним лісгосподарським заходам, таким як доглядові рубки і реконструктивні лісовідновні чистки.

4. Рекреаційна діяльність на території Карпатського національного природного парку повинна бути суворо регульованою і підпорядковуватися екологічним характеристикам лісових біоценозів.

5. Для оцінювання киснепродуктивності лісів Карпатського національного природного парку використано динамічні тренди зміни

показників біопродуктивності та чистої первинної продукції насаджень
Карпатського національного природного парку на основі таблиць
біопродуктивності модальних насаджень з літературних джерел.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 3

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА КИСНЕПРОДУКТИВНОСТІ НАСАДЖЕНЬ
КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ3.1. Характеристика лісового фонду Карпатського національного
природного парку

Для України, яка має характерні рівнинні степові ландшафти і спільні флористичні зв'язки зі східноєвропейською рослинністю, Карпатський Національний Природний Парк представляє особливий інтерес як типовий приклад гірських і високогірних екосистем, характерних для центральної Європи. Територія парку об'єднує в собі надзвичайно цінні з точки зору ландшафтної екології, ботаніко- і зоогеографії, а також охорони природи гірські екосистеми в найвищому східному секторі Українських Карпат [21].

Загальна площа земель лісового фонду постійного користування Карпатського НПП становить 38 322 га, з них 11 401 га (29,8 %) – територія заповідного режиму. Лісові ділянки сягають 34 827,4 га (90,9 %), в тому числі вкриті лісовою рослинністю 33 998,3 га, або 88,7 % від площі земель постійного користування парку. Лісові культури займають 13 170,2 га, або 38,7 % від вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок [21].

У Карпатському НПП охороняються всі типи фітоценотичних комплексів лісового (крім поясу дубових лісів), субальпійського та альпійського поясів, характерних для гірських систем Центральної Європи. Більша частина території вкрита лісами з переважанням бука лісового (*Fagus sylvatica* L.), ялини звичайної (смереки) (*Picea abies* (L.) Karst.), ялиці білої (*Abies alba* Mill.), вільхи сірої (*Alnus incana* (L.) Moench.), зрідка фіксуються клейковільхові, березові і соснові ліси.

Наймоширенішими є буково-ялицево-ялинові, а вище 1100–1200 м н.р.м. – чисті ялинові ліси. Букові ліси з домішкою клена несправжнього/платанового (явора) (*Acer pseudoplatanus* L.), ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.), в'яза гладкого

(*Ulmus laevis* Pall.), ялиці білої та ялини європейської поширені на схилах гірських масивів до висоти 500–600 м н.р.м. Вище трапляються ялицево-букові та буково-ялицеві ліси з домішкою ялини у басейні Пруту. На кам'янистих схилах зростає сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) в комплексі з березою повислою

(*Betula pendula* Roth.) та ялицею білою. В урочищах Кедруватий і Гаджина збереглась реліктова сосна кедрова європейська (*Pinus cembra* L.). Вище 1600 м н.р.м. у субальпійському поясі сформувалося криволісся сосни гірської (*Pinus mugo* Turra), вільхи зеленої (*Duschekia viridis* L.), ялівцю сибірського (*Juniperus sibirica* Burgsd.) та субальпійські луки. Альпійський пояс (понад 1800 м н.р.м.)

представлений альпійськими луками (полонинами). Понад 20 видів рослин на території парку занесених до Червоної книги України: сосна кедрова європейська, редодендрон східнокарпатський, аконіт Жакена, дріада восьмипелюсткова, тирлич жовтий, первоцвіт дрібний, ліннея північна, арніка гірська та ін.

У лісовому фонді парку переважають насадження ялини європейської – 79,3 %, бука лісового – 10,2 %, ялиці білої – 3,7 %, сосни гірської – 4,1 % від вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок, решту складають береза повисла, вільха сіра, вільха зелена, граб звичайний та інші породи (рис. 3.1).

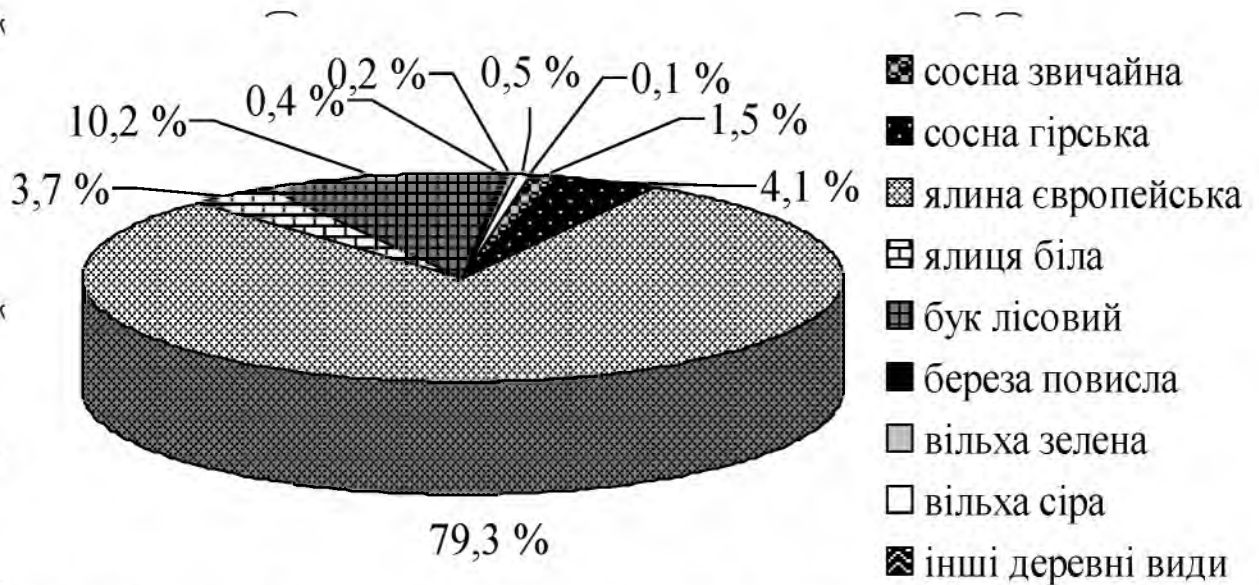


Рис. 3.1. Розподіл площ лісових ділянок Карпатського НПП, вкритих лісовою рослинністю, за переважаючими породами

Лісові угіддя, покриті хвойними породами дерев, складають найбільшу площу та становлять 30,1 тисячу гектарів, що представляє 89,5% від загального стовбурового запасу. Переважаючою породою в цій групі є європейська ялина, яка

займає площу у розмірі 26 950 гектарів. Чисельніше представлені біла ялиця та звичайна сосна на площі відповідно 1257 та 515 гектарів, тоді як у субальпійському поясі сосна гірська займає площу 1399 гектарів.

Ялина європейська (смерека) – одна з найбільш швидкозростаючих і продуктивних порід. Вона утворює як мішані, так і чисті деревостани. У стиглих насадженнях її запаси коливаються у межах 400–500 м³·га⁻¹,

досягаючи часом 850–1100 м³·га⁻¹. Високопродуктивні насадження вона утворює в середній і нижній частинах схилів гір (1000–1200 м н.р.м.). На

глибоких суглинистих буроземних ґрунтах продуктивність смерекових деревостанів у вологих смеречниках досягає 1000 м³·га⁻¹. На висоті 1100–1200 м н.р.м. і вище їх продуктивність поступово знижується до III–IV класів бонітету. Як типотвірна порода у парку ялина європейська формує шість типів лісу у двох лісорослинних умовах – сугрудках та суборах [21].

Лісові насадження з відповідністю переважно буковому деревостану (3463 га) розташовані у поясі лісів, де домінують ялиця та бук. Мінімальне поширення мають мішані ліси, де переважає береза повисла (136 га) та вільха сіра (176 га).

Найпоширенішими типами лісу в парку є: С₃-БкЯлСм – волога буково-ялицева сурамінь (26,7%), С₃-БкСмЯл – вологий буково-смерековий суяличник (14,6%), С₃-СмЯлБк – волога смереково-ялицева субучина (12,5%), Д₃-БкЯлСм – волога буково-ялицева рамінь (10,8%) [27].

Згідно з аналізом типології, проведеним З. Ю. Герушинським, виникає певне хвилювання стосовно стану лісових насаджень у зонах, призначених для захисту та рекреації, де понад половина площі припадає на деревостани, які були замінені менш стійкими від похідних деревостанів.

Деревостанам парку притаманна різновіковість. У складі переважають середньовікові насадження – 74%, значно меншу площу займають молодяки – 14%, пристиглі – 5%, стиглі та перестиглі – 7%. Середній вік насаджень Карпатського НПП становить 79 років, середня повнота – 0,68, середній приріст на 1 га лісових ділянок, вкритих лісовою рослинністю, – 4,7 м³, середній запас на 1 га – 374 м³. Насадження основних лісотвірних порід характеризуються продуктивними I³–I–II класами бонітету, які займають 83,9 % від загальної площі насаджень парку (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Розподіл площ деревостанів Карпатського НПП за бонітетами,
(тис. га) [21]

Бонітет	I ^d	I ^c	I ^b	I ^a	I	II	III	IV	V	V ^a	V ^b
Площа	0,01	0,06	0,88	10,30	12,98	5,24	1,97	0,66	0,44	0,07	1,44
%	0,0	0,0	2,6	30,3	38,2	15,4	5,8	2,0	1,3	0,2	4,2

Основні середні таксаційні показники Карпатського НПП у розрізі головних порід наведені в табл. 3.2.

За даними табл. 3.2, середні таксаційні показники цінних порід досягають переважно високих значень. Найбільшим запасом вирізняються хвойні породи, зокрема, середній запас ялиці білої становить 499 м³·га⁻¹.

Ліси в межах національного парку представляють собою його головну цінність і природний скарб, проте серед усіх лісних комплексів найбільшою цінністю вважаються праліси, які існують не лише в Карпатах, але й в усій Європі на обмежених територіях. Вік цих пралісів коливається в межах від 170 до 220 років, загальна площа, що ними охоплюється, становить близько 1,3 тисяч гектарів, і запас деревини від 400 до 700 м³ на гектар. Поряд з високою продуктивністю та стійкістю, праліси мають неперевершену ландшафтну та естетичну цінність як складова дикої природи.

Таблиця 3.2

Середні таксаційні показники насаджень Карпатського НПП

Панівний деревний вид	Середній вік, років	Клас бонітету	Повнота	Середній запас на 1 га, м ³ ·га ⁻¹
Сосна звичайна	65	II,1	0,62	211
Сосна гірська	106	V ^b ,0	0,74	31
Ялина європейська	76	I,0	0,68	393
Ялиця біла	106	I ^a ,6	0,64	499
Бук лісовий	88	I ^a ,9	0,70	369
Граб звичайний	42	II,0	0,50	100
Клен-явір	60	I,8	0,64	191
В'яз гладкий	62	I,8	0,53	181
Береза повисла	49	I ^a ,1	0,64	229
Вільха сіра	47	II,6	0,62	124
Вільха чорна	59	III,0	0,76	204
Усього у межах парку	79	I,3	0,68	374

Праліси та природні ліси парку як деревостани I, I^a бонітетів (тільки деревостани в суборах, у високогір'ї та реліктові насадження сосни та кедра нижчих бонітетів) мають багаторядну вікову структуру, не порушений або частково порушений стан. Згадані реліктові насадження сосни та кедра взагалі є унікальними природними об'єктами, що збереглися з попередніх епох. Найбільше пралісів зосереджено в Говерляньському природоохоронному науково-дослідному відділенні – 553 га, або 42 % від загальної їх площі у парку, у Підліснівському – 308 га, або 23 %, Ямнянському – 114,5 га, або 9 %, Яремчанському – 87 га, або 6 % та у Високогірному – 50 га, або 5 % [21].

Загалом, ліси парку проявляють високу стійкість у біологічному плані.

Однак використання неекологічних методів у лісогосподарській практиці в минулому (зокрема, створення ялицевих плантацій поза природним ареалом виду та заміна сумішевих лісів на монокультури ялини) вплинуло негативно на стійкість карпатських лісів до негативних абіотичних та біотичних впливів, включаючи вітрові пошкодження, поширення короїлів і розповсюдження кореневої гнилі.

Поступ науково-технічного прогресу та вплив людської діяльності на природне середовище суттєво змінили природні процеси та екологічні

взаємовідносини. Природне середовище в значній мірі перетворилося на напівприродне та культурне, де людина грає вирішальну роль у його створенні та регулюванні. Ця ситуація характеризує і територію Карпатського

національного природного парку. Отже, на сучасному етапі надзвичайно важливим завданням є впровадження організаційно-господарських та природоохоронних заходів, спрямованих на запобігання можливій деградації лісових екосистем.

Для повноти характеристики лісів Карпатського національного природного парку доцільно здійснити аналіз розподілу площ досліджуваних

насаджень у межах базових таксаційних характеристик, які також слугують чинниками мінливості киснепродувальної функції цих насаджень.

Таким чином, понад третину насаджень Карпатського національного природного парку становлять насадження I^a і вище класів бонітету (табл. 3.3),

а також насадження I класу бонітету. Загалом високобонітетні (насадження I і

вище класів бонітету) насадження у межах Карпатського національного природного парку займають площу понад 24 тис. га, або 71,4 %. Ще майже

15 % насаджень описуються II класом бонітету. У цілому деревостани

досліджуваного регіону характеризуються як високобонітетні насадження, які

продукують значну кількість органічної речовини, а відповідно й кисню.

Частка низькопродуктивних насаджень становить менше 10 %. Також варто зазначити, що у межах досліджуваного НРП переважають насадження

насінневого природного походження, частка таких майже 70 %.

Таблиця 3.3

Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за класами бонітету та походженням, га

Клас бонітету	Походження			Разом	
	вегетативне	насінне природне	насінне штучне	га	%
I ^a і вище	1,5	6360,2	5250,2	11611,9	34,3
I	0,7	7548,0	5045,9	12594,6	37,2
II	18,8	2915,3	2175,1	5109,2	15,1
III	41,7	1353,1	580,2	1975,0	5,8
IV	7,8	553,0	94,6	655,4	1,9
V і нижче	210,5	1730,4	7,5	1948,4	5,7
Разом у межах НГП	281,0	20460,0	13153,5	33894,5	100

Також варто зазначити, що серед деревостанів вегетативного походження домінують насадження II та III класів бонітету на відміну від деревостанів насінневого походження, які характеризуються вищою часткою високобонітетних деревостанів.

Аналізуючи, розподіл площ вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Карпатського національного природного парку за насадженнями різного походження за типами лісорослинних умов, варто відмітити, що майже 70 % їх ростуть у вологих сугрудах, ще близько 20 % у вологих сугрудах та близько 10 % у вологих суборах. При цьому деревостани вегетативного походження, а це в основному насадження вільхи зеленої, що росте у високогірних районах парку, зосереджені в основному у вологих суборах (табл. 3.4).

Для деревостанів насінневого походження характерне домінування букових, ялинових та ялицевих насаджень, які формуються в основному у

вологих сугрудах та грудах. Аналогічні тенденції характерні й для деревостанів штучного походження.

Таблиця 3.4

Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за типами лісорослинних умов та походженням, га

ТЛД	Походження			Разом	
	вегетативне	насінне природне	насінне штучне	га	%
A ₂	-	2,6	-	2,6	0,01
A ₃	3,8	12,7	-	16,5	0,05
B ₂	-	113,8	129,4	243,2	0,72
B ₃	201,0	2804,8	340,6	3346,4	9,87
B ₄	0,7	30,7	12,8	44,2	0,13
C ₂	-	65,9	19,3	85,2	0,25
C ₃	20,9	13424,4	9956,3	23401,6	69,04
C ₄	54,6	206	47,9	308,5	0,91
D ₂	-	3799,1	2647,2	6446,3	19,02
Разом у межах НПП	281,0	20460,0	13153,5	33894,5	100,0

У табл. 3.5 наглядно представлено також розподіл площ насаджень головних лісотвірних порід Карпатського національного природного парку за типів лісу. Типологічні характеристики досліджуваних насаджень формують базові чинники впливу на інтенсивність їхньої киснепродукувальної здатності.

Загалом майже 30 % деревостанів ростуть у вологому ялиновому суюлицнику, понад 10 % насаджень досліджуваного регіону також представлені у вологій ялицевій сурамені та свіжій ялицевій бучині.

Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за типами лісу та походженням, га

Тип лісу	Походження			Разом	
	вегетативне	насіenne природне	насіenne штучне	Га	%
Вологий ялицева сурамінь	9,5	2831,6	1292,3	4133,4	12,2
Вологий ялиновий сучащичник	2,2	4432,1	4709,0	9143,3	27,0
Свіжа ялицева бучина	5,4	2158,7	1844,4	4008,5	11,8
Інші типи лісу	263,9	11037,6	5307,8	16609,3	49,0
Разом у межах регіону	281,0	20460,0	13153,5	33894,5	100

Аналізуючи повнотну структуру поширення площ вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Карпатського національного природного парку, варто зазначити, що у регіоні дослідження домінують насадження з відносною повнотою 0,7 та 0,8, частка таких насаджень становить понад 60 %. Водночас частка низькоповнотних насаджень у межах досліджуваного регіону не перевищує 15 %.

Відносна повнота формується у результаті проведення різної інтенсивності лісгосподарських заходів, які направлені на вирощування високопродуктивних насаджень, і відповідно насаджень, які характеризуються високими показниками приросту та первинної продукції.

Саме згадані показники є ключовими у процесі оцінювання киснепродуктивності лісових насаджень, у тому числі й насаджень у межах об'єктів природно заповідного фонду.

3.2. Особливості формування киснепродукувальної функції у насадженнях Карпатського національного природного парку

За результатами оцінювання киснепродуктивності насаджень Карпатського національного природного парку встановлено, що згадані насадження щорічно продукують понад 340 тис. т кисню. Водночас середня киснепродуктивність досліджуваних насаджень у межах Карпатського національного природного парку дослідження становить – $10,2 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$.

Розподіл кількісних параметрів киснепродукувальної функції деревостанів Карпатського національного природного парку у межах панівних видів деревних рослин наведено у табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Загальна киснепродуктивність насаджень Карпатського національного природного парку за панівними деревними видами

Деревний вид	Киснепродуктивність	
	т	%
Береза повисла	1642,4	0,47
Бук лісовий	60955,7	17,61
Верба козяча	1,1	0,00
Вільха сіра	1065,4	0,31
Вільха вейка	14,7	0,00
В'яз гладкий	32,4	0,01
Горобина звичайна	29,5	0,01
Граб звичайний	24,2	0,01
Душквія зелена	0,3	0,00
Модрина європейська	90,1	0,03

Продовження таблиці 3.6

Деревний вид	Киснепродуктивність	
	т	%
Сосна гірська	5953,5	1,72
Сосна звичайна	4734,4	1,37
Сосна кедрова європейська	14,1	0,00
Явір	205,9	0,06
Ялина європейська	255887,2	73,94
Ялиця біла	15443,0	4,46
Разом у межах НПП	346093,7	100

За аналізом одержаних результатів на деревостани ялини європейської (смереки) у насадженнях Карпатського національного природного парку припадає понад 70 % продукovanого кисню. Середня киснепродуктивність ялинових насаджень Карпатського національного природного парку становить понад $10 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$. Водночас варто зазначити, що розраховані значення киснепродуктивності також враховують кисень, який утворився при формуванні живої органічної речовини у підземній частині насадження та у процесі формування фотосинтезувального апарату. Тобто методикою розрахунку передбачено врахування усіх складових біопродукційного процесу у межах досліджуваних насаджень.

Варто зазначити, що наведені значення середньої киснепродуктивності цілком узгоджуються з віковими особливостями формування приросту біомаси дерев. Цілком логічно, що пристиглі та стиглі насадження поступаються середньовіковим за показником інтенсивності киснепродуктування (табл. 3.7).

Отже, розподіл киснепродуктивності насаджень за групами віку у межах пащівних видів представлено у табл. 3.7 та на рис. 3.2.

Загальна киенепродуктивність насаджень Карпатського національного природного парку за групами віку та панівними видами, т

Деревний вид	Група віку					Разом
	молодняки	середньовікові	присички	старі	перестійні	
Береза повисла	118,5	1154,8	327,1	42,0	-	1642,4
Бук лісовий	799,7	48632,2	1856,7	6700,0	2967,1	60955,7
Верба козяча	1,1	-	-	-	-	1,1
Вільха сіра	-	76,3	176,3	571,3	241,5	1065,4
Вільха клейка	-	5,0	9,7	-	-	14,7
В'яз гладкий	-	-	-	25,0	7,3	32,4
Горобина звичайна	-	-	-	29,5	-	29,5
Гراب звичайний	-	24,2	-	-	-	24,2
Душекія зелена	-	-	-	0,1	0,2	0,3
Модрина європейська	-	66,6	23,6	-	-	90,1
Сосна гірська	20,6	3345,9	722,8	1864,1	-	5953,5
Сосна звичайна	204,0	3895,8	155,7	317,0	161,9	4734,4
Сосна кедрова європейська	-	14,1	-	-	-	14,1
Явір	-	205,9	-	-	-	205,9
Ялина європейська	17368,2	211745,1	12677,8	11005,7	3090,5	255887,2
Ялиця біла	330,9	10972,1	1398,6	1706,6	1034,7	15443,0
Разом у межах регіону	18843,0	280137,9	17348,1	22261,4	7503,2	346093,7

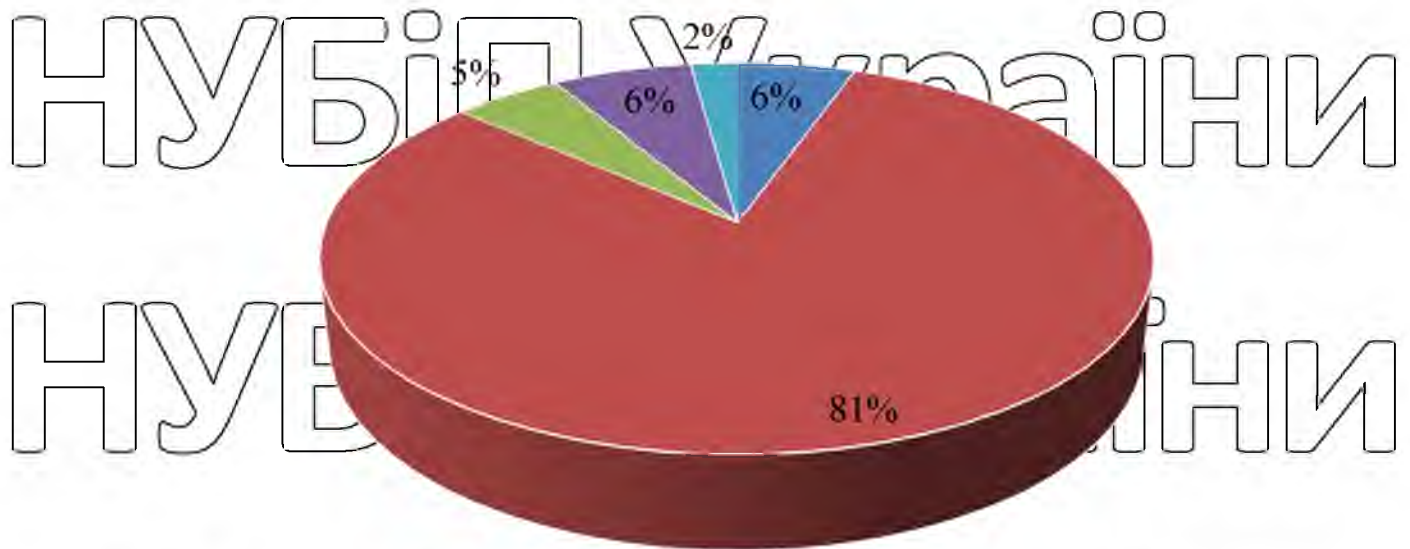


Рис. 3.2. Вікова структура загальної киснепродуктивності насаджень Карпатського національного природного парку

Карпатського національного природного парку

З наведених у табл. 3.7 та на рис. 3.2 даних, простежуються переконлива перевага середньовікових насаджень за показником киснепродуктивності.

Їхня частка становить 81 % у загальній структурі киснепродукування лісів

Карпатського національного природного парку. При цьому, частка молодняків, пристиглих та стиглих насаджень парку знаходиться на рівні дещо вищому за 5%.

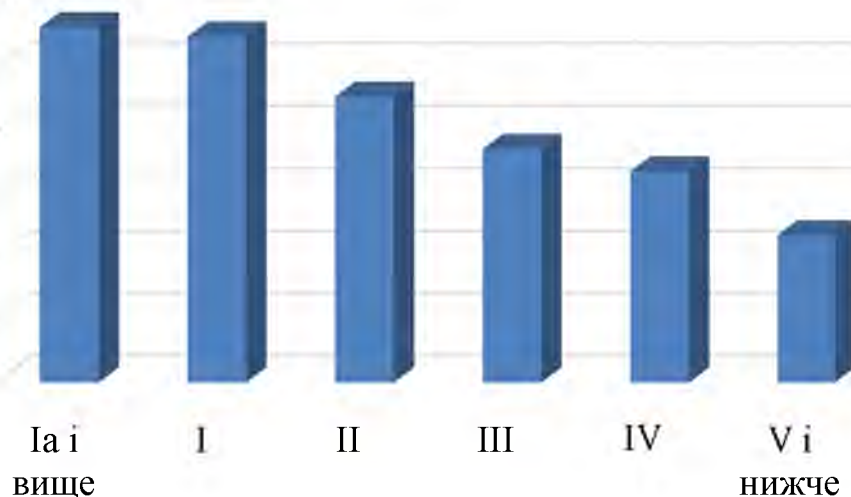
Варто зазначити, що понад 40 % продукovanого кисню формують насадження Карпатського національного природного парку, що описуються I класом бонітету (табл. 3.8 та рис. 3.3). Це понад 38% загальної киснепродуктивності формують насадження I^a і вище класів бонітету, тобто майже 80 % продукovanого кисню у межах Карпатського національного природного парку продукується високобонітетними насадженнями, які формують значний приріст рослинної біомаси та є вагомим чинником кліматорегулювальної функції об'єктів природно-заповідного фонду Українських Карпат.

Загальна киснепродуктивність насаджень Карпатського національного природного парку за класами бонітету та походженням, т

Клас бонітету	Походження			Разом	
	вегетативне	насіenne природне	насіenne штучне	от	%
Ia і вище	10,3	71059,6	60788,1	131857,9	38,1
I	8,9	85510,5	53697,1	139216,5	40,2
II	152,2	27615,4	18908,6	46676,2	13,5
III	559,8	10676,0	3711,9	14747,7	4,3
IV	39,4	3887,1	495,2	4421,8	1,3
V і нижче	507,8	8646,0	19,8	9173,5	2,7
Разом у межах регіону	1078,3	207394,6	137620,7	346093,7	100

За киснепродуктивністю серед деревостанів вегетативного походження домінують насадження III V і нижче та класів бонітету.

Середня киснепродуктивність



Клас бонітету

Рис. 3.3) Середня киснепродуктивності насаджень Карпатського національного природного парку, т га⁻¹ рік⁻¹

Щодо значень середньої киснепродуктивності лісів Карпатського НПП, то варто зазначити, що найвища середня киснепродуктивність спостерігається у насадженнях I^a і вище класів бонітету та становить $11,4 \text{ тга}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$ (рис. 3.3).

Для розподілу згаданого показника характерне логічне зниження показника киснепродуктивності із зниженням класу бонітету насаджень (від 11,4 для I^a і вище класів бонітету до $4,7 \text{ тга}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$ для V і нижче).

У табл. 3.9 наглядно представлено закономірності диференціації киснепродуктивності насаджень головних лісотвірних порід Карпатського НПП у межах типів лісу.

Загалом варто зазначити, що понад 25 % обсягів кисню продукується деревостанами, які ростуть у вологому ялиновому суяличнику. Ще понад 15% обсягів продукovanого кисню припадає на насадження у вологій ялицевій сурамені.

Таблиця 3.9
Загальна киснепродуктивність насаджень Карпатського національного природного парку за типами лісу та походженням, т

Тип лісу	Походження			Разом	
	вегетативне	насінне природне	насінне штучне	т	%
Вологий ялицева сурамень	164,4	42506,2	14917,1	57587,7	16,6
Вологий ялиновий суяличник	41,3	41500,6	48482,7	90024,6	26,0
Свіжа ялицева бучина	38,3	24035,4	20030,2	44103,8	12,7
Інші типи лісу	834,4	99352,4	54190,7	154377,5	44,6
Разом у межах регіону	1078,3	207394,6	137620,7	346093,7	100

Ще понад 40 % у загальній структурі киснепродуктивності лісів Карпатського НПП припадає на інші 28 типів лісу характерних для парку. Водночас частка свіжої ялицевої бучини у загальній структурі киснепродуктивності становить 12,7 %.

Серед насаджень вегетативного походження за показником киснепродуктивності домінують насадження у вологій ялицевій сурамені. Серед насінневих природних насаджень переважають насадження у вологому ялиновому суяличнику.

У лісах Карпатського національного природного парку максимальні значення киснепродуктивності характерні для насаджень у вологих лісорослинних умовах, частка яких у загальній киснепродуктивності перевищує 60 %.

Висновки до розділу 3

1. Загальна площа земель лісового фонду постійного користування Карпатського НПП становить 38 322 га, з них 11 401 га (29,8 %) – територія заповідного режиму.

2. Встановлено, що у лісовому фонді парку переважають насадження ялини європейської – 79,3 %, бука лісового – 10,2 %, ялиці білої – 3,7 %, сосни гірської – 4,1 % від площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок.

Решту складають береза повисла, вільха сіра, вільха зелена, граб звичайний та інші породи.

3. Встановлено, що високобонітетні (насадження І і вище класів бонітету) насадження у межах Карпатського національного природного парку займають площу понад 24 тис. га, або 71,4 %. Ще майже 15 % насаджень описуються ІІ класом бонітету.

4. За результатами оцінювання киснепродуктивності насаджень Карпатського національного природного парку встановлено, що ліси регіону щорічно продукують понад 340 тис. т кисню. Водночас середня

киснепродуктивність досліджуваних насаджень у межах Карпатського національного природного парку дослідження становить – $10,2 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$.

5. Встановлено, що на деревостани ялини європейської (смереки) у насадженнях Карпатського національного природного парку припадає понад 70 % продукованого кисню. Середня киснепродуктивність ялинових насаджень Карпатського національного природного парку становить понад $10 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$.

6. Загалом понад 40 % продукованого кисню формують насадження Карпатського національного природного парку, що описуються I класом бонітету.

7. Встановлено, що найвища середня киснепродуктивність спостерігається у насадженнях парку, які описуються I^a і вище класами бонітету та становить $11,4 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

НУБІП України

Ліси Карпатського регіону нині залишаються домінуючим елементом української флори, на який покладається важлива функція, пов'язана з необхідністю забезпечувати стік атмосферного вуглецю та продукувати кисень у процесі фотосинтезу.

НУБІП України

У результаті виконання завдань магістерської кваліфікаційної роботи одержано результати, які відображають оцінку киснепродуктивності лісів Карпатського національного природного парку. За результатами

НУБІП України

магістерського дослідження варто зробити наступні висновки:

– аналітичний огляд літератури щодо наукового доробку у напрямі дослідження біопродукційного процесу та екосистемних функцій лісів

НУБІП України

підтвердив високу актуальність наукового напрямку пов'язаного з оцінюванням киснепродуктивності лісів, як на національному, так і на локальному рівні;

– киснепродукувальна функція лісів Карпатського національного природного парку відображає потенційні можливості подібних об'єктів природно заповідного фонду та сприяє формуванню комфортних умов для

НУБІП України

організації рекреаційної діяльності та життя місцевих громад;

– загальна площа земель лісового фонду постійного користування Карпатського НПП становить 38 322 га. У видовій структурі лісового фонду

домінують насадження ялини європейської – 79,3 %, бука лісового – 10,2 %, ялиці білої – 3,7 %, сосни гірської – 4,1 %;

НУБІП України

– встановлено, що насадження Карпатського національного природного парку щорічно продукують понад 340 тис. т кисню. Водночас

середня киснепродуктивність у межах Карпатського національного природного парку дослідження становить – $10,2 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$;

НУБІП України

– на деревостани ялини європейської (смереки) у насадженнях Карпатського національного природного парку припадає понад 70 % продукованого кисню;

– встановлено, що частка середньовікових насаджень Карпатського НПП у структурі киснепродуктивності становить 81 %. При цьому, частка молодяків, пристиглих та стиглих насаджень парку знаходиться на рівні дещо вищому за 5 %;

– найвища середня киснепродуктивність спостерігається у насаджень I^a і вище класів бонітету та становить 11,4 т·га⁻¹·рік⁻¹ (рис. 3.3). Для розподілу згаданого показника характерне логічне зниження показника киснепродуктивності із зниженням класу бонітету насаджень (від 11,4 для I^a і вище класів бонітету до 4,7 т·га⁻¹·рік⁻¹ для V і нижче);

– понад 25 % обсягів кисню продукується деревостанами, які ростуть у вологому ялиновому суяличнику. Ще понад 15 % обсягів продукovanого кисню припадає на насадження у вологій ялицевій сурамені;

– кількісна оцінка киснепродуктивності лісів, зокрема у межах об'єктів природно-заповідного фонду є інформаційним базисом для встановлення показників середовищевірної функції лісів, зокрема тих, що характеризуються значним рекреаційним навантаженням.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бучинський І. О., Волеваха М. М., Коржов В. О. Клімат Українських Карпат. Київ : Наук. Думка, 1971. 172 с.
2. Василюшин Р. Д. Ліси Українських Карпат: особливості росту, біологічна та енергетична продуктивність. Монографія. Київ : ТОВ «ЦП «Компринт», 2016. 418 с.
3. Василюшин Р. Д. Еколого-енергетичний потенціал лісів Українських Карпат та його стале використання. Монографія. Київ: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018. 303 с.
4. Василюшин Р. Д. Продуктивність та надземна фітомаса лісостанів ялиці білої в Українських Карпатах : дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.03.02. Київ : НАУ, 2007. 235 с.
5. Василюшин Р. Д. Вугледепонувальна та киснепродукувальна функція повних ялицевих насаджень Українських Карпат. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2013. Вип. 23.9. С. 347–351.
6. Василюшин Р. Д. Роль лісів Українських Карпат у стабілізації навколишнього природного середовища західного регіону України. *Україні XXI сторіччя – інтелект і творчість молоді : міжн. форум студ., аспір. і молод. вчених*, 24–25 квіт., 2013 р. : тези доп. Дніпропетровськ, 2013. С. 211–212.
7. Василюшин Р. Д., Домашовець Г. С. Фітомаса та депонований вуглець лісів Львівської області в контексті лісорослинного районування. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2008. Вип. 18.3. С. 50–58.
8. Василюшин Р. Д., Домашовець Г. С., Василюшин О. М. Біопродуктивність та депонований вуглець штучних модальних букових

деревостанів Українських Карпат. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2013. Вип. 23. П. С. 14–19.

9. Василюшин Р. Д., Бокоч В. В., Терентьев А. Ю., Домашовець Г. С., Василюшин О. М. Рослинна біомаса лісів Карпатського національного природного парку. *Перспективи розвитку екосистемного менеджменту у лісовому комплексі та садово-парковому господарстві: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 18–19 квітня 2019 року: тези доповідей*. Київ, 2019. С. 18–19.

10. Василюшин Р. Д., Домашовець Г. С., Василюшин О. М. Киснепродукувальна функція хвойних деревостанів Українських Карпат. Ліс, довкілля, технології: наука та інновації: Матер. міжн. наук.-практ. конф. науково-педагогічних працівників, наукових працівників, докторантів та аспірантів. Київ: НУБіП України, 2012. С. 121–122.

11. Генсірук С. А. Ліси Українських Карпат та їх використання. Київ: Урожай, 1964. 288 с.

12. Голубець М. А. Екосистематологія. Львів: Політ, 2000. 316 с.

13. Домашовець Г. С. Аналіз продуктивності лісів Львівської області. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2007. Вип. 106. С. 112–118.

14. Домашовець Г. С. Зональна біопродуктивність лісів Львівщини та її динаміка: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.02. Київ, 2008. 248 с.

15. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області у 2021 році. Івано-Франківськ, 2022. 155 с.

16. Каганяк Ю. Й. Динамічні зміни значень компонентів фітомаси модриново-дубових культур в умовах заходу України. *Науковий вісник: Сучасна екологія і проблеми сталого розвитку суспільства*. 1999. Вип. 9.2. С. 80–82.

17. Каганяк Ю. Й. Моделювання продуктивності різновікових букових деревостанів у Карпатах. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2006. Вип. 16.3. С. 8–14.

18. Кудешник Т. Я. Порівняльний аналіз класифікацій послуг екосистем у контексті завдань управління ландшафтами і планування землекористування. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Вип. 21. 17. С. 108–114.

19. Лакида П. І., Домашовець Г. С. Біопродуктивність лісів Львівщини та її динаміка. Монографія. Корсунь-Шеквенківський : ФОП Майдаченко І. С., 2009. 235 с.

20. Лакида П. І. Методичні аспекти оцінки річного стоку вуглецю в лісових насадженнях. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 1998. № 8. С. 221–227.

21. Лакида П. І., Бокоч В. В., Василишин Р. Д., Терентьев А. Ю. Біопродуктивність лісових фітоценозів Карпатського національного природного парку. Монографія. Корсунь-Шевченківський : ФОП Гавришенко В. М., 2015. 154 с.

22. Лакида П. І., Василишин Р. Д., Василишин О. М. Надземна фітомаса та вуглецево-енергетичний потенціал ялицевих деревостанів Українських Карпат. Монографія. Корсунь-Шевченківський : ФОП Гавришенко В. М., 2010. 240 с.

23. Лакида П. І. Фітомаса лісів України. Монографія. Чернопіль : Вид-во «Збруч», 2002. 256 с.

24. Лакида П. І., Лашенко А. Г., Лашенко М. М. Біологічна продуктивність дубових деревостанів Поділля : монографія. Київ : ННЦ ІАЕ, 2006. 196 с.

25. М'якушко В. К. Первинна біологічна продуктивність соснових лісів Українського Полісся / В. К. М'якушко // *Укр. ботан. журн.* – 1972. – Т. 29, № 3. – С. 328–339.

26. Половніков Л. І. Вікова динаміка складників біологічної продуктивності фітомаси ялинових ценозів Чорногори. *Укр. бот. журнал*. 1970. Т. 27. № 5. С. 619–624.

27. Природа Карпатського національного парку / [Стойко С. М., Мілкіна Л. І., Тасенкевич Л. О. та ін.]. Київ : Наукова думка, 1993. 214 с.

28. Проект організації території, охорони та рекреаційного використання природних комплексів і об'єктів Карпатського національного природного парку. Ірпінь, 2004. Т.1. 460 с.

29. Соловй І. П. Трактатування ключових термінів концепції послуг екосистем з огляду на еколого-економічні дослідження ландшафтів. *Наукові праці Лівничої академії наук України*. 2011. Вип. 9. С. 174–178.

30. Софронів М. А. О кислородопродуцирующей функции леса. *Лесное хозяйство*. 1996. № 5. С. 27–28.

31. Фурдичак О. І. Карпатські ліси: проблеми екологічної безпеки і сталого розвитку. Львів : Більбос, 2002. 189 с.

32. Царик П. Л. Регіональна екомережа: географічні аспекти формування і розвитку (на матеріалах Тернопільської області). Тернопіль : Видавн. відділ ТННУ, 2005. 172 с.

33. Чесноков Н. И., Долгошеев В. М. Оценка кислородопродуцирующей функции леса. *Лесное хозяйство*. 1978. № 7. С. 32–

34.

34. Швиденко А., Лакіда П., Шепашенко Д., Василюшин Р., Марчук Ю. Вуглець, клімат та землеуправління в Україні: лісовий сектор. Монографія. Корсунь-Шевченківський : ФОП Гавришенко В. М., 2014. 283 с.

35. Шевчук В. Я. та ін. Проблеми і стратегія виконання Україною Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату. Київ : Вид-во УІН-СіР, 2001. 96 с.

36. Krieger D. J. The Economic Value of Forest Ecosystem Services: A Review. Retrieved from <http://www.wilderness.org/Library/Documents/upload/Economic-Value-of-Forest-Ecosystem-Services-A-Review.pdf>. 2001. 30 p.

37. Lakyda P. Forest phytomass estimation for Ukraine. *WP-96-96*. Laxenburg, IIASA, 1996. 75 p.

38. Lakyda P., Karpuk A., Lakyda I., Vasylyshyn R. Forecast of dynamics of Ukrainian forests under climate change. Cool forests at risk? The Critical Role of

Boreal and Mountain Ecosystems for People, Bioeconomy, and Climate: 18th IBFRA Conference, IIASA, Laxenburg, Austria, 17-20 September 2018: Book of abstracts. Laxenburg, 2018. P. 98.

39. Lakyda P., Shvidenko A., Bilous A., Myroniuk V., Matsala M., Zibtsev S., Schepaschenko D., Holiaka D., Vasylyshyn R., Lakyda I., Diachuk P., Kraxner F. Impact of Disturbances on the Carbon Cycle of Forest Ecosystems in Ukrainian Polissya. *Forests*. 2019. Vol. 10. Iss. 4.

<https://doi.org/10.3390/f10040337>.

40. Lesiv M., Shvidenko A., Schepaschenko D. et al. A spatial assessment of the forest carbon budget for Ukraine. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 2018. № 3. P. 1–22. DOI: 10.1007/s11027-018-9795-y.

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11027-018-9795-y.pdf>.

41. Maclaren P. J. Plantation forestry – its role as a carbon sink : conclusion from calculation based on New Zealand's planted forest estate. *Forest ecosystem, forest management and the global carbon cycling*. 1996. № 2. P. 257–270.

42. Madgwick H. A. I. Biomass and productivity models of forest canopies / Madgwick H. A. I. // *Ecological studies : Analysis and synthesis*. – Heidelberg, Berlin : Springer Verlag, 1970. № 4; Y. 1 : Analysis of temperate forest ecosystems.

P. 47–54.

43. Madgwick H. A. I. Biomass and productivity models of forest canopies. *Ecological studies : Analysis and synthesis. Analysis of temperate forest ecosystems*.

1970. V. 1. № 4. P. 47–54.

44. Matthews G. The Carbon Contents of Trees. *Forestry Commission. Tech. Paper 4*. Edinburgh, 1993. 21 p.

45. Nowak David J., Hoehn R., Crane Daniel E. Oxygen production by urban trees in the United States. *Arboriculture & Urban Forestry*. 2007. № 33(3). P. 220–226.

46. Parde J. Forest biomass / Parde J. // *Forestry Abstracts*. 1980. – V. 41. – № 8. – P. 343–362.

47. The Value of Forest Ecosystems. CBD Technical Series No. 4. November 2001. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. // <http://www.biodiv.org/doc/publications/cbd-ts-04.pdf>. 59 p.

48. Turkovska O. Forest management in recursive dynamic global partial equilibrium model. Proceedings of YSSP Late Summer Workshop 2014. Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis, 2014. P. 37.

49. Turkovska O., Gusti M., Lauri P. et al. Linear optimization of forest management for dynamic recursive model. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. № 5/4 (77). 2015. С. 12–18.

50. Vasylyshyn R., Lakyda I., Slyva O., Shevchuk O. Quantitative evaluation of selected ecosystem functions of coniferous forests in Ukrainian Polissya. Виблики ХХІ століття та їхнє вирішення у лісовому комплексі й довкіллі : міжн. наук.-практ. конф., 07–09 жовт. 2015 р. : тези доп. Київ, 2015.

С. 56.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України