

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 101 «Екологія»

Тема роботи: Вплив вирубки лісів на вуглецевий цикл в екосистемах:
визначення масштабів та тривалості відновлення вуглецевих запасів
після вирубки лісів

Виконала:
студентка Маландій Діана
Данііловна

Керівник:
доцент
Рой Ігор Олександрович

Залікова книжка
№ 19540076

Підпис: _____
дата, підпис

Підпис: _____

Консультант з охорони праці:
доцент Васькін Р.А.

Підпис: _____
дата, підпис

Захищена з оцінкою

оцінка, дата

Секретар ЕК
старший викладач Батальцев Є.В.

Суми 2023

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ____ ” _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студентові _____ Маландій Діані Даніловні _____ Група ОС-91

1. Тема кваліфікаційної роботи: Вплив вирубки лісів на вуглецевий цикл в екосистемах: визначення масштабів та тривалості відновлення вуглецевих запасів після вирубки лісів.

2. Вихідні дані: статистичні дані, патенти, законодавчі та нормативні акти, національні стратегії, директиви, наукові статті, літературні джерела.

3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу:

1. Роль лісів у вуглецевому циклі та їх вплив на навколишнє середовище.
2. Управління лісовими ресурсами: вирубка, відновлення та вимірювання вуглецевих запасів.
3. Сталий лісовий розвиток в Україні.

4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях					+	
5	Оформлення роботи						+

Дата видачі завдання 30 березня 2023 р.

Керівник _____

доцент, к.т.н., Рой І. О.

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 21 найменування. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 56 сторінок, у тому числі 4 таблиці, 5 рисунків, перелік джерел посилання 3 сторінки.

Мета роботи – визначення масштабів та тривалості відновлення вуглецевих запасів після вирубки лісів, а також вивчення впливу цього процесу на вуглецевий цикл та екосистеми в цілому.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та виконано такі завдання:

- оцінити масштаби вирубки лісів та її вплив на вуглецевий цикл у різних регіонах України;
- вивчити основні процеси, що відбуваються в екосистемах після вирубки лісів та їх вплив на вуглецевий цикл;
- оцінити тривалість відновлення вуглецевих запасів після вирубки у різних типах лісів.

Об'єкт дослідження – екосистеми, які піддаються вирубці лісів.

Предмет дослідження – вплив вирубки лісів на вуглецевий цикл.

У кваліфікаційній роботі охарактеризовано вплив вирубки лісів на вуглецевий цикл в екосистемах. Виконано літературний огляд: збір досліджень, публікацій і наукових джерел, пов'язаних з вирубкою лісів та впливом на вуглецевий цикл. Проаналізовано статистичні дані та способи зменшення вирубки лісів.

Ключові слова: ЛІСОВІ ЕКОСИСТЕМИ, ВУГЛЕЦЕВИЙ ЦИКЛ, ВИРУБКА ЛІСІВ, ВПЛИВ, ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 РОЛЬ ЛІСІВ У ВУГЛЕЦЕВОМУ ЦИКЛІ ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	7
1.1 Вуглецевий цикл.....	7
1.2 Загальний вплив на вуглецевий цикл.....	9
1.3 Вплив вирубки лісів на вуглецевий цикл.....	15
РОЗДІЛ 2 УПРАВЛІННЯ ЛІСОВИМИ РЕСУРСАМИ: ВИРУБКА, ВІДНОВЛЕННЯ ТА ВИМІРЮВАННЯ ВУГЛЕЦЕВИХ ЗАПАСІВ.....	20
2.1 Методи вирубки та регенерації лісу.....	20
2.2 Методики вимірювання вуглецевих запасів у лісах.....	30
РОЗДІЛ 3 СТАЛИЙ ЛІСОВИЙ РОЗВИТОК В УКРАЇНІ.....	37
3.1 Запаси лісів в Україні.....	37
3.2 Вирубка лісів.....	40
3.3 Викид вуглецю під час рубки лісу.....	43
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	45
4.1 Лісові пожежі: викиди та класифікація.....	45
4.2 Причини та наслідки виникнення лісових пожеж.....	46
4.3 Правила пожежної безпеки під час пожеж у лісах.....	48
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52

	Підп. і дата		
	Підп. і дата	Інв. № добул.	
	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	
Інв. № покл.			

ОС 19540076

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		Літ.	Аркуш	Аркушів
		Маландій			Вплив вирубки лісів на вуглецевий цикл в екосистемах: визначення масштабів та тривалості відновлення вуглецевих запасів після вирубки лісів			
		Рой					4	54
		Батальцев				СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ОС-91		
		Пляцук						

Одним з найважливіших аспектів цієї проблеми є вплив вирубки лісів на вуглецевий цикл. Ліси виробляють фотосинтез, поглинають вуглецю з атмосфери та зберігають його в формі органічного матеріалу. Вирубка лісів призводить до втрати цього сховища вуглецю, що спричиняє збільшення викидів парникових газів та зміну клімату.

Дослідження масштабів впливу вирубки лісів на вуглецевий цикл дозволяє отримати об'єктивні дані про втрати вуглецю, а також оцінити ступінь змін у процесах фотосинтезу та дихання в післявирубних екосистемах. Це інформація, яка є необхідною для прийняття раціональних рішень щодо управління лісовими ресурсами та збереження екологічної стійкості.

Загалом, розуміння впливу вирубки лісів на вуглецевий цикл і визначення масштабів та тривалості відновлення вуглецевих запасів після вирубки є важливими для збереження біорізноманіття, зменшення змін клімату та створення стійкого екологічного майбутнього. Ці дослідження надають науковій спільноті та приймальникам рішень цінні дані для розробки ефективних стратегій та політик в сфері лісового господарства та збереження природи.

Інв. № подел.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			6

РОЗДІЛ 1 РОЛЬ ЛІСІВ У ВУГЛЕЦЕВОМУ ЦИКЛІ ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

1.1 Вуглецевий цикл

Один з найсуттєвіших процесів для підтримки життя на нашій планеті - це цикл вуглецю, що має велике значення в біогеохімії. Цей цикл представляє собою обмін вуглецем та газами між різними сферами Землі. Він включає обмін вуглецю між біосферою, геосферою, гідросферою та атмосферою. Відкритий європейськими вченими Джозефом Прістлі та Антуаном Лавуазьє, вуглецевий цикл разом з циклами води та азоту є одними з найважливіших процесів, що забезпечують наявність життя на Землі. Значна роль також належить атмосфері, яка робить планету придатною для існування життя.

Вуглець є ключовим елементом для існування життя. Більшість органічних сполук, відомих нам, мають вуглець у своєму складі та беруть участь у численних хімічних реакціях органічного та неорганічного походження. Одним з неперервних процесів вуглецевого циклу є його повторне використання та переробка. Це дозволяє підтримувати стійкі рівні вуглецю в глобальному масштабі[1].

Вуглець зустрічається у багатьох формах і знаходиться у різних джерелах. Він може бути у вигляді вуглецю, запасеного у вугільних родовищах або як розчинений органічний вуглець у морській воді. Також він присутній у вигляді вуглекислого газу в атмосфері, який утворюється внаслідок викидів вулканів або дихання живих організмів. Вуглець є основним компонентом біологічних процесів, де живі організми розкладають органічну речовину, і він грає важливу роль у зонах розкладання, таких як болота та інші землі, які містять значні кількості вуглецю.

Деякі з цих природних родовищ розглядаються як шляхи обміну вуглецем для підтримки вуглецевого циклу. Ці території мають велике значення, оскільки

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			7

сприяють поширенню життя, яке залежить від наявності вуглецю. Загалом, великі запаси вуглецю на Землі включають атмосферний вуглець, вуглець, який міститься в живих організмах у біосфері, розчинений вуглець у морській воді та вуглець, що відкладається на дні океанів. Вуглець також може бути присутнім в інших місцях, таких як родовища корисних копалин у земній корі та місця видобутку нафти та інших вуглеводнів.

Основні шляхи обміну вуглецевим циклом включають:

- Розкладання органічних речовин: Цей процес, відомий як бродіння, відбувається в ґрунті та родовищах, де знаходяться органічні матеріали. Мікроорганізми розкладають ці речовини, викидати гази, такі як метан та вуглекислий газ, у атмосферу.

- Дихання та фотосинтез: Рослини та інші живі організми здійснюють фотосинтез, під час якого вони захоплюють вуглекислий газ з атмосфери та виділяють його під час дихання. Цей процес сприяє перетворенню вуглекислого газу та фіксації вуглецю у рослинах.

- Газообмін з океаном: Світовий океан грає важливу роль у вуглецевому циклі, оскільки він може поглинати вуглекислий газ з атмосфери. Через процеси випаровування та розчинення, вуглець дозволяється розчинитися у воді та зберігатися у формі бікарбонатних йонів.

- Процес седиментації: Під час розкладання органічних матеріалів, що відбуваються як на суші, так і у водних середовищах, вуглець може осідати у вигляді відкладень на дно океану або формувати вуглецеві осади. Це може призводити до утворення вуглеводневих родовищ або скам'янілостей.

- Природне або техногенне горіння: Виробничі процеси та природні пожежі також впливають на обмін вуглецем. Ці процеси спричиняють збільшення вуглецю в атмосфері.

- Антропогенні викиди: Людська діяльність, зокрема використання викопного палива (нафта, вугілля, газ) та інші промислові процеси, призводять до значного викиду вуглекислого газу та інших парникових газів у атмосферу. Це

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			8

підтверджує, що людство має значний вплив на планету, подібний за масштабом до сил природи, і відкрило нову геологічну еру, яку деякі вчені називають "антропоцен". Цей процес має далекосяжні наслідки для планети на тисячоліття вперед, включаючи ефект парникового газу, виснаження природних ресурсів та інші негативні наслідки.

Щоб зрозуміти важливість та масштаби перетоку вуглецю з-під землі в атмосферу, необхідно мати розуміння вуглецевого циклу та його включених процесів. У природному вуглецевому циклі, дихання виробляє двоокис вуглецю, як і промисловість, але фотосинтез компенсує цей перетік вуглецю, перетворюючи його на органічні молекули за допомогою енергії сонця. Ці органічні молекули є сировою матерією для всіх живих істот на Землі, а накопичена сонячна енергія є джерелом всієї енергії, яку споживають живі істоти та повертають через окислення - дихання. Таким чином, розуміння взаємозв'язку між диханням та фотосинтезом є важливим для усвідомлення ролі перетоку вуглецю в житті на планеті.

Інший великий цикл перетоку двоокису вуглецю в атмосферу також підтримується балансом. Вуглекислий газ, що розчиняється у морській воді, природним чином переходить у повітря над нею, тоді як вуглекислий газ в атмосфері розчиняється, переходячи у морську воду. Ці два потоки забезпечують баланс один одного і створюють динамічну рівновагу. У відсутності людей, ця система підтримується самостійно. Якщо рівень двоокису вуглецю в атмосфері зростає, то збільшується швидкість його поглинання океанами та рослинами, що зменшує надлишок в атмосфері і відновлює баланс.

До 19 століття, ця динамічна рівновага здатна була підтримувати рівень двоокису вуглецю в атмосфері майже на тому ж самому рівні, що й після останнього льодовикового періоду, який закінчився більше 10 тисяч років тому. Однак, гілка циклу, що складається з рослин та їжі, має свої недоліки. Наприклад, певна кількість органічної речовини, створеної за допомогою фотосинтезу, не використовується як енергія створіннями, що дихають. Ця невикористана частка

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			10

залишається у вигляді осаду в ґрунті або під ним. Хоча цей витік вуглецю незначний порівняно з щорічним потоком, що постійно циркулює та повертається в атмосферу, він тривав дуже довго, і це дозволило накопичити на земній корі значну кількість органічної матерії. Тепер же, промисловість людства використовує найбільш концентровану частину цих покладів, повертаючи у вуглецевий цикл Землі велику кількість вуглецю, що накопичувалась сотні мільйонів років, за кілька століть.

Це нове та додаткове джерело вуглецю в атмосфері порушило вуглецевий цикл планети, що спричинило збільшення кількості вуглекислого газу. Однак, моря та рослини стараються зберегти рівновагу шляхом поглинання надлишку вуглецю. Це дозволило покращити ріст деяких сільськогосподарських культур та екосистем, а також зеленішання Землі. Незважаючи на це, цього не досить для компенсації шкоди, що вже спричинена змінами клімату. Отже, хоча це "вуглекисле добриво" має свої позитивні наслідки, воно не може повністю зупинити негативні наслідки зміни клімату.

Збільшення кількості двоокису вуглецю в океані веде до збільшення кислотності води, що може мати негативний вплив на екосистеми, зокрема на рифи, які вже понижуються через збільшення температури. Навіть якби викопне паливо не нагрівало планету, збільшення двоокису вуглецю в океані само по собі є глобальною зміною, що викликає певну тривогу. Зростання поглиначів вуглецю також не стійке, оскільки тепла вода поглинає менше вуглецевого газу, ніж холодна, і з нагріванням океанів їх здатність балансувати викиди вуглецю послаблюється. Збільшення температури також прискорює дихання мікробів на суходолі, що може посилити викиди вуглецю. Паризька угода має на меті припинити зростання рівня вуглецю в атмосфері, але навіть якщо це не вдасться до середини століття, зрештою припинення потоку додаткового вуглецю з-під землі в атмосферу приведе до відновлення рівноваги в океанах та біосфері. Все залежить від того, коли це станеться.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			11

Проте, відновлення рівноваги буде відрізнятись від того, що ми спостерігали до початку промислової ери. Рівень вуглекислого газу в атмосфері буде на рівні пікового рівня 21 століття, незалежно від того, яким він виявиться. Це означає, що температури також будуть дуже високими, з усіма наслідками для врожаїв, льодовиків і т.д.

Згодом цей рівень буде повільно знижуватися. Хімічне вивітрювання виводить на поверхню силікати, які зв'язують вуглекислий газ, утворюючи тверді мінерали, з яких вуглець не вивільниться так легко, як з вугілля чи нафти. Однак цей процес працює значно повільніше, ніж океанічне або біосферне поглинання. За оцінками геохіміків, на повернення рівня вуглекислого газу в атмосфері до рівня середини 20 століття знадобиться тисячу років після завершення ери викопних палив.

Що станеться, якщо антропоцен перейде від раннього етапу, де випуск вуглецю є найбільшим, до пізнішого етапу, де люди створюють технології для поглинання вуглецю? Є дві причини, чому це може бути привабливо. Перша: деякі види викидів можуть бути дуже важкими для зменшення. Але, якщо ми збалансуємо їх "негативними викидами", тобто поглинанням вуглецю, ми можемо значно легше досягти цілей Паризької угоди, які передбачають зменшення рівня викидів вуглецю в атмосферу. Друга перевага полягає в тому, що мета Паризької угоди - зберегти збільшення глобальної температури порівняно з доіндустріальною добою меншою за 2°C. Зменшення викидів буде вимагати значних обмежень, які будуть довготривалими. Проте, якщо людство розробить технології для "негативних викидів", тобто поглинання вуглецю, це дозволить зробити скорочення викидів значно більш плавним та ефективним.

Можна сформулювати так: Існують різні форми "негативних викидів", які виглядають перспективними, такі як відтворення лісів та висаджування нових сільськогосподарських культур. Проте, існують більш амбітні ідеї, такі як "біоенергетика з уловлюванням та зберіганням вуглецю" (BECCS), яка полягає у вирощуванні рослин для отримання електроенергії та хімічного зв'язування

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			12

вуглецю, або "пряме уловлення з повітря" (DAC), яке використовує хімічну інженерію для вилучення двоокису вуглецю з атмосфери. Також можливо збільшити ефективність природного процесу хімічного вивітрювання за допомогою перемелювання силікатних каменів у дрібний пил, збільшуючи їхню поверхню та прискорюючи реакції, що зв'язують вуглець у стабільних карбонатах [3].

Як можна здогадатися, із усіма цими ідеями пов'язані певні проблеми. По-перше, важливо враховувати масштаб, в якому необхідно реалізувати ці ідеї. Наприклад, якщо до 2060 року світ буде зусиллями відмовлятися від використання 90% викопних палив порівняно з поточним рівнем, то щоб збалансувати решту 10%, все ще необхідно буде поглинати приблизно мільярд тонн вуглецю щорічно. Але системи поглинання вуглецю, які зараз існують, здатні поглинути лише дуже маленьку частину цієї кількості. Для того, щоб забезпечити необхідне поглинання за допомогою фотосинтезу, необхідно буде додатково насаджувати ліси на площі, що дорівнює принаймні чотирьом площам України.

Це призведе до іншої проблеми, а саме до того, що можуть виникнути небезпечні наслідки. Якщо уряди почнуть думати про "негативні викиди", тобто поглинання, як частину рішення, то це неминуче вповільнить скорочення викидів. Також є ймовірність, що ніхто не займеться величезними проєктами, необхідними для реалізації цих ідей на практиці. Факт того, що людство доби антропоцену спричиняє процеси геологічного масштабу на планеті, не означає, що ми можемо просто взяти і змінити ці процеси, особливо, якщо це є лише фантазією.

Негативні наслідки від змін клімату будуть широкомасштабні, різноманітні та іноді неочікувані. Наприклад, 21 листопада 2016 року в австралійському штаті Вікторія сталася хвиля гроз, яка призвела до госпіталізації трьох тисяч осіб до кінця наступного дня. Зазвичай урагани завдають шкоди, руйнуючи будинки та затоплюючи вулиці, проте в даному випадку люди опинилися у лікарнях через астму. Сильний потік повітря переніс холодний повітря, наповнене пилом рослин,

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			13

пиллом та піском. Десятеро людей померли. Більшість проблем, які людство зазнає через погодні умови та кліматичні зміни, пов'язані з крайніми погодними явищами та кліматичними крайнощами. Коли середні значення змінюються "незначно", це може означати, що крайні значення змінюються значно більше. Нинішні рідкісні екстремальні явища можуть стати завтрашніми нормою. Такі завтрашні крайнощі можуть бути зовсім новими та непередбачуваними.

Кількісні зміни можуть призвести до якісних змін, іноді непередбачуваних, наприклад, коли мова йде про короткострокові події, як потік повітря, насиченого пилом, який може прийти за кілька хвилин і вбити найслабкіших. У довгостроковій перспективі, зростання рівня океану є однією з найбільш очевидних наслідків кількісних змін.

Тропічні циклони формуються лише при температурі поверхні води понад 27°C. Якщо температура поверхні води зростає, то це не означає, що кількість ураганів збільшиться, наприклад, в Атлантиці за моделями, кількість ураганів може навіть зменшитися. Проте зростання температури поверхні води призводить до збільшення інтенсивності утворюваних тропічних циклонів, що вже доведено.

До 2070 року, багато територій опиняться в кліматичних зонах, які зараз вважаються "непридатними для проживання". Хоча можливо, люди пристосуються до цих нових умов, проте історія показує, що ці місця не були населеними раніше. Економетричні дослідження свідчать, що підвищення температури повітря впливає на зниження продуктивності та збільшення насильства.

Але це не лише питання далекої майбутньої перспективи. В короткостроковій перспективі, існує більша ймовірність тижневих і двотижневих хвиль спеки, з якими ми вже знайомі. Це не просто дратує нас, але також може мати серйозні наслідки. Під час хвилі спеки, що тривала з 3 по 16 серпня 2003 року, в Євросоюзі сталося на 39 тисяч смертей більше, ніж в інші роки в той же період. Деякі оцінки навіть говорять, що те літо було найгарячішим за останні 500 років.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			14

призводять до змін у системі атмосфера - рослинний покрив - ґрунти та впливають на баланс вуглецю на локальному та глобальному рівнях.

Основними факторами, що впливають на здатність лісів зберігати вуглець, є розумне управління лісовими ресурсами, можливість пошкодження лісових ділянок та вік та склад фітоценозів. Згідно з вченими, вирубка лісів та зміни в землекористуванні та рослинному покриві є основними причинами зменшення запасів вуглецю та викидів CO₂ в атмосферу. Для отримання об'єктивної інформації про динаміку стану та продуктивності лісових насаджень, акумуляції та втрат вуглецю пропонується регулярно проводити моніторинг лісів. Природні фітоценози мають суттєві відмінності в динаміці та загальному запасі акумульованого вуглецю, що підтверджуються дослідженнями. Різницю в кількості вуглецю надземної фітомаси та підстилки листяних і хвойних лісів також було виявлено у попередніх дослідженнях. Однак, для порівняння характеру накопичення вуглецю в лісових екосистемах різного типу, доцільно використовувати більш універсальні показники, а не тільки загальну кількість органічної маси.

Е. Делучі та його співавтори запропонували новий показник ефективності використання вуглецю, який оцінює здатність лісових екосистем засвоювати вуглець та перетворювати його на наземну біомасу. Цей показник визначається як відношення чистої первинної продукції до валової первинної продукції. Згідно з дослідженнями, найвищі значення показника ефективності використання вуглецю характерні для листяних лісів помірної зони, тоді як найнижчі – для бореальних лісів. Таким чином, листяні ліси, які мають вищі значення показника, можуть бути більш ефективні в активному зберіганні вуглецю, ніж хвойні ліси. За приблизно однакових характеристик фітоценозів за віком та умовами зростання, листяні ліси можуть накопичувати більше вуглецю, ніж хвойні ліси.

Щороку рослини на Землі використовують близько 175 млн тонн вуглекислого газу під час фотосинтезу, який перетворює енергію сонячного світла на енергію хімічних зв'язків для утворення органічних речовин. Чистий

Інв. № подел.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ОС 19540076				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

Дж. Альберті та його колеги стверджують, що головними резервуарами вуглецю в лісових екосистемах є надземна фітомаса та ґрунт. Вуглець накопичується у різних компонентах лісу, але найважливішими є саме ці дві складові. Проте, є дискусійне питання стосовно включення витратних структур - які виникають через вирубку дерев, догляд і заготівлю лісу - в окремий пул вуглецю.

Щодо гетеротрофного блоку, то його розмір значно менший за фітоблок, і часто буває складно точно оцінити міграції та зміни чисельності гетеротрофів. Важливо відзначити, що літературні дані щодо запасу вуглецю в різних пулах лісових екосистем демонструють значну розбіжність, яка залежить від багатьох факторів, таких як видовий склад, вік, бонітет та інші характеристики. Наприклад, у дослідженні запасів органічного вуглецю в основних резервуарах лісових екосистем Східних Бескидів було показано, що щільність запасів органічного вуглецю в лісових екосистемах складає від 128 до 147 тонн на гектар. Найбільше органічного вуглецю зберігається у фітомасі, а найменше – у стовбуровому фітодетриті. Зокрема, на фітомасу припадає 93,0 тонн на гектар, на стовбуровий фітодетрит – 2,8 тонн, на підстилку – 4,3 тонни та на ґрунт – 49,1 тонн на гектар. Загалом, фітомаса та ґрунт є основними резервуарами вуглецю у досліджуваних лісових екосистемах, а фітодетрит та підстилка мають меншу кількість збереженого вуглецю.

Інше дослідження, яке було проведене в гірських та гідроморфних ландшафтах, показало, що співвідношення маси фітодетриту та фітомаси живих рослин становить 1,8. Дослідники також встановили, що загальний запас вуглецю у екосистемі широколистяних лісів збільшується лінійно з розвитком екосистеми. Розподіл вуглецю між основними пулами змінюється з віком екосистеми. На початку розвитку екосистеми, більшість вуглецю зберігається у надземній частині, а мало відкладається в підстилці або ґрунті. Проте з розвитком екосистеми, ґрунт стає другим за величиною депо вуглецю після надземної фітомаси.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			18

У кінцевій стадії розвитку лісової екосистеми, коли дерева досягають приблизно 75-річного віку, ґрунт стає основним депо вуглецю. Надземна фітомаса займає друге місце за кількістю накопиченого вуглецю і також відіграє важливу роль у його збереженні. У порівнянні з цими двома джерелами, підстилка залишається менш вагомим джерелом вуглецю на протязі всього періоду розвитку лісової екосистеми. Проте, варто відзначити, що лісова підстилка є дуже динамічним джерелом вуглецю. Хоча значна кількість органіки відбуває транзит через неї, підстилка відіграє визначальну роль у переміщенні вуглецю від фітомаси до ґрунту.

Отже, всі наведені вище літературні джерела про запас вуглецю в окремих компонентах лісових екосистем виділяють три основні "депо вуглецю": фітомаса, підстилка та ґрунт. Різна кількість вуглецю в цих депо може бути пояснена різними факторами, такими як тип лісорослинних умов, характеристики досліджуваних лісових екосистем (наприклад, породний та віковий склад дерев, бонітет тощо). У цілому, лісові екосистеми грають важливу роль у накопиченні органічної маси та вуглецю. Лісові фітоценози є головними регуляторами вмісту вуглекислого газу в атмосфері та єдиними екосистемами, здатними природним шляхом впливати на зміни клімату.

Інв. № подел.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			19

Таблиця 2.1 - Види рубок догляду за лісом в залежності від віку та породного складу насаджень [6].

Види рубок догляду	Вік насаджень, роки		
	Хвойні і твердолистяні високостовбурні	Інші листяні породи	
		41 рік і вище	До 40
Освітлення	До 10	До 10	До 5
Прочищення	11-20	11-20	6-10
Проріджування	21-40	21-30	11-20
Прохідні рубки	41 та старіші	31 та старіші	21 та старіші

Санітарно-оздоровчі заходи є частиною широкого спектру профілактичних заходів, які призначені для збереження стійкості лісових насаджень, запобігання виникненню патологічних процесів, зниження шкоди, завданої шкідниками, хворобами, стихійними природними явищами та техногенними впливами.

До санітарно-оздоровчих заходів належать:

- санітарні рубки вибіркової;
- санітарні рубки суцільні;
- ліквідація захаращеності;

Для проведення **вибіркових санітарних рубок** видаляються з лісових насаджень окремі дерева або їх групи, які є сухостійними, всихаючими, сильно ослабленими, пошкодженими шкідниками, хворобами або внаслідок стихійних природних явищ і техногенних впливів. Обсягвилучення таких дерев становить 5 або більше метрів кубічних на гектар. Однак це можливо тільки за умови, що такевилучення не призведе до зниження повноти лісового покриву нижче 0,1 (враховуючи всі яруси).

Суцільні санітарні рубки означають, що всі дерева в лісовому насадженні або його частині вирубуються одночасно, якщо вони втратили біологічну стійкість. Цей вид рубок застосовується, коли інші санітарно-оздоровчі заходи не

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 19540076	Арк
						23

можуть відновити здоров'я насаджень, а проведення вибіркового санітарного рубок може призвести до зниження повноти насаджень нижче 0,1.

Ліквідація захаращеності лісу включає в себе видалення повалених дерев, сухих гілок, чагарників та інших решток лісової рослинності.

Ліквідація захаращеності, спричиненої лісосічними діями, проводиться під час рубок, спрямованих на догляд за лісом, основне використання лісу та інші види рубок.

Ліквідація захаращеності, яка виникла безпосередньо поза лісосічними діями, проводиться одночасно з іншими лісгосподарськими заходами. В окремих випадках, коли проведення інших лісгосподарських заходів недоцільне, ліквідація захаращеності може проводитись як окремий захід. Обсяг захаращеності в такому випадку становить від 1 до 5 м³/га в молодих насадженнях та від 3 до 5 м³/га в середньовікових, пристигаючих, стиглих та перестійних деревостанах.

Лісовідновні рубки – це комплексні рубки, які поєднують елементи рубок головного користування та рубок догляду з метою відновлення захисних, водоохоронних та інших корисних функцій лісу, збереження біорізноманіття та формування різноманітної структури деревостанів за різними породами, ярусами та віками.

Лісовідновні рубки проводяться у стиглих та перестійних деревостанах, які мають різновікову багатоярусну структуру або просту структуру, з метою відновлення цінних порід дерев у лісах, де рубки головного користування не є допустимими. Ці рубки спрямовані на створення умов для росту та розвитку цінних деревних видів, збільшення біорізноманіття та збереження природних функцій екосистеми лісу.

Рубки переформування – це комплексні рубки, які спрямовані на поетапне перетворення одновікових чистих лісів у різновікові мішані багатоярусні насадження. Вони проводяться у різних категоріях лісів та вікових групах деревостанів з метою одночасного вирубування окремих дерев або груп дерев та

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			24

сприяння природному процесу лісовідновлення, при умові постійного існування лісу.

Рубки переформування виконуються етапами, включаючи комплекс лісогосподарських заходів для формування цільового деревостану, коли склад та структура насадження не відповідають оптимальним параметрам, які наближаються до природних умов. Ці рубки спрямовані на досягнення більш природної структури та функціонального багатства лісових екосистем.

Реконструктивні рубки відносяться до вирубок малоцінних молодняків і похідних деревостанів з метою заміни їх на цільові види дерев та насаджень, і зазвичай поєднуються з штучним відновленням лісу.

Реконструктивні рубки зазвичай проводяться в таких випадках:

- У чагарниках, де головні цінні види дерев мають недостатнє відновлення.
- В деревостанах, де дерева розташовані розріджено і не утворюють повноцінну деревну покрив.
- В деревостанах, які не відповідають конкретним типам лісу і є малоцінними з точки зору їх складу і структури.

Основна мета реконструктивних рубок полягає у поліпшенні складу і структури лісових насаджень шляхом заміни непотрібних або малоцінних дерев з цільовими видами, що сприяє покращенню якості лісових екосистем.

Ландшафтні рубки виконуються з метою формування лісопаркових ландшафтів та підвищення їх естетичної, оздоровчої цінності та стійкості в рекреаційних, оздоровчих лісах, а також у лісах історико-культурного значення та рекреаційних зонах національних та регіональних парків.

Види ландшафтних рубок включають:

- ландшафтні рубки догляду;
- ландшафтні реконструктивні рубки малоцінних лісів;
- ландшафтні рубки регулювання співвідношення типів ландшафтів;
- пейзажні рубки;

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ОС 19540076					Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	25

частини дерев'яного покриву та підтримку біологічної різноманітності. Також цей підхід дозволяє продовжувати господарську діяльність у лісі на тривалий термін, зберігаючи його виробничий потенціал. Проте важливо враховувати, що селективна вирубка має бути проведена з урахуванням наукових принципів та встановлених правил лісового господарства. Вона повинна бути здійснена під наглядом фахівців з лісового господарства, які оцінюють стан дерев та визначають оптимальну кількість дерев для вирубки, зберігаючи при цьому стабільність екосистеми

Промислова вирубка. Головна мета – отримання деревини або створення місця для інших промислових або сільськогосподарської діяльності. Частіше використовується для масштабних проектів, таких як будівництво доріг, розробка нафтових родовищ або великомасштабні сільськогосподарські проекти. Промислова вирубка може мати значний вплив на довкілля. Вона може спричинити втрату природного середовища, вимирання видів, зміни в гідрологічних системах та загрози для місцевих спільнот, які залежать від лісу для свого життя та проживання. У багатьох країнах існують закони та норми, які регулюють промислову вирубку з метою збереження лісових ресурсів та збереження біологічного різноманіття. Наприклад, уряди можуть вимагати отримання спеціальних дозволів або проведення оцінок впливу на довкілля перед початком промислової вирубки. Також існують організації, такі як Лісова стюардська рада (Forest Stewardship Council), які встановлюють стандарти для сталого управління лісами та сертифікації продукції з лісу.

Вирубка з відновленням. Цей метод передбачає видалення всього лісового покриву в певному районі, зазвичай для створення нових насаджень. Після вирубки проводиться регенерація лісу шляхом посадки молодих дерев або природної відновлення лісового покриву. Одним з таких способів є підсічно-вогневе землеробство. Суть даного способу полягає в повному випалюванні рослинності в певному місці, для вивільнення мінералів з дерев назад у ґрунт.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			30

2.2 Методики вимірювання вуглецевих запасів у лісах

Вуглекислий газ, являючись одним з основних парникових газів, має великий вплив на зміну клімату. Ліси виконують важливу роль у поглинанні вуглекислого газу з атмосфери і зменшенні зміни клімату. Однак, у лісів є ще одна надзвичайно важлива функція - вони зберігають поглинутий вуглець, перешкоджаючи його поверненню до атмосфери. Тому дуже важливо розуміти, як людина впливає на збереження вуглецю у лісах і як можемо збільшити його кількість.

Ґрунти зберігають величезну кількість вуглецю (C), приблизно дві третини якого знаходяться в органічній формі, отриманій від метаболічної діяльності живих організмів. Більшість оцінок глобальних запасів органічного C у ґрунті становить приблизно 1500 петаграмів вуглецю (Pg C) [8]. У всьому світі ґрунти зберігають у два-три рази більше C в органічній формі, ніж C в атмосфері, а органічні запаси C у ґрунті перевищують запаси рослинної біомаси в більшості кліматичних регіонів (рис. 2.2).

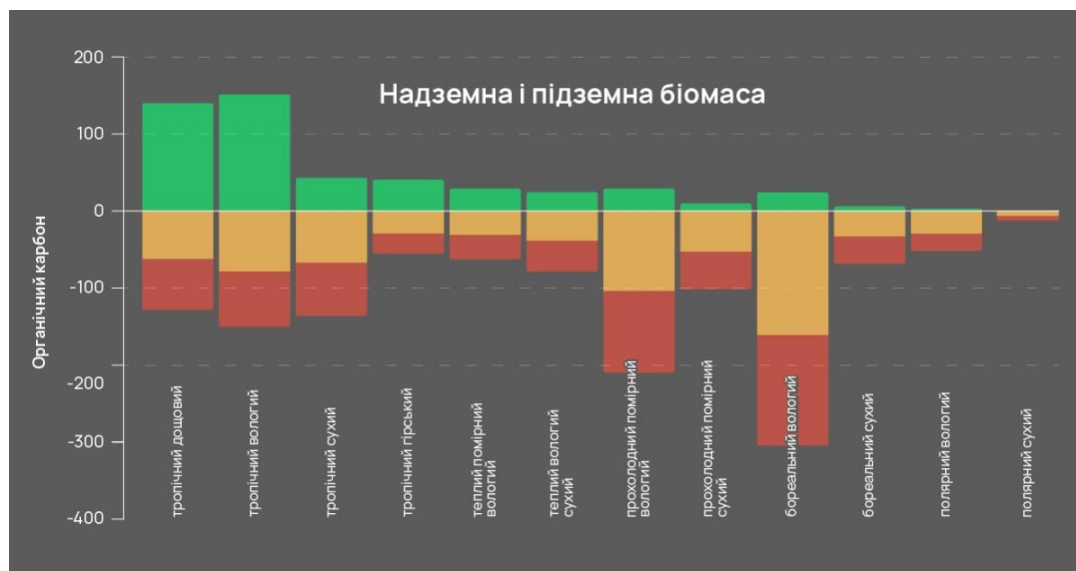


Рисунок 2.2 – Вміст органічного карбону у надземних і підземних біомасах у різних кліматичних зонах [7].

Інв. № по одл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

Для оцінки змін у накопиченні вуглецю в лісах та кількості CO₂, що поглинають або вивільнюються лісовими екосистемами, використовується механізм обміну CO₂ між поверхнею землі та атмосферою. Для оцінки емісії CO₂ з ґрунту можуть використовуватись різні геометричні методи, зокрема камерні методи та дифузійні методи, включаючи метод турбулентної коваріації.

Метод турбулентної коваріації є найпопулярнішим прямим методом вимірювання потоків CO₂ в системі "ґрунт-рослинність-атмосфера". Цей метод використовує газоаналізатори для вимірювання коваріації вертикальних та скалярних компонентів вихрових потоків повітря у пограничному шарі атмосфери, що дозволяє оцінити потоки CO₂. Інструментально метод реалізується двома способами: за допомогою газоаналізаторів з відкритим та закритим оптичним шляхом. Перший спосіб дозволяє проводити дистанційні вимірювання, використовувати безпілотні літальні апарати (БПЛА) та має менший вплив на потоки повітря, оскільки вимірює концентрації CO₂. Проте такі газоаналізатори CO₂ не є комерційно доступними. Другий спосіб передбачає збір проб повітря та використання широко доступних типів газоаналізаторів CO, але вносить певні зміни у потоки повітря.

Метод турбулентної коваріації має декілька переваг, таких як дослідження потоків CO₂ в реальному часі та незначний вплив на досліджувану екосистему. Проте у нього є певні недоліки, такі як високий рівень статистичного шуму, що виникає внаслідок просторової та часової неоднорідності концентрацій CO₂ та потоків повітря, а також його значна залежність від метеорологічних умов. Крім того, метод не здатний окремо визначити ґрунтове дихання, що є його обмеженням.

Існує альтернативний, самостійний або доповнюючий метод, відомий як камерний метод [11], який дозволяє окремо визначити потоки CO₂ з ґрунту, ризосфери та геосистеми в контрольованих умовах. Розглядаються різновиди цього методу, такі як мікрокамерні або кюветні техніки, де окремі органи рослин оточують камеру. Камерний метод має два принципові варіанти - відкриту і

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

закритої системи. У відкритій системі повітря береться з атмосфери або зі спеціального резервуару, проходить через камеру, газоаналізатор і повертається в атмосферу. Оцінка потоку CO₂ здійснюється на основі змін концентрації CO₂ порівняно з атмосферною концентрацією. У випадку закритої системи повітря циркулює в замкнутому контурі, а потік CO₂ визначається за зміною його концентрації в системі. Закрита система є більш чутливою до слабких потоків CO₂, менш вимогливою до стабільності і траєкторій руху повітря, але не дозволяє стабілізувати мікрокліматичні параметри. Камерний метод зазвичай використовується завдяки його низькому рівню статистичного шуму, а для зменшення впливу на середовище максимально скорочують час вимірювання.

Для вимірювання емісії вуглецю з поверхні ґрунту в Українських Карпатах використовують метод макрореспірометрії з титрометричним закінченням в ґрунтових монолітах товщиною 0-20 см, використовуючи прилад "Вуглець-Респірометр", який був розроблений Спеціальним конструкторсько-технічним бюро Інституту Проблем Енергозбереження АН УРСР [11]. Для отримання більш повної карти потоків вуглецю до даних, отриманих цим методом, для домінуючих видів деревних порід, доцільно включити дані з обміну CO₂ (з використанням мікрокамерної, кюветної техніки), а також камеро-статистичні дані з ґрунтової емісії CO₂ (з використанням інфрачервоного газоаналізатора), які були отримані за допомогою камерних методів. Застосування камерних методів є доступним, зручним та має широкі перспективи в оцінці балансових потоків вуглецю в Українських Карпатах.

На особливості формування балансу вуглецю у лісових підстилках і ґрунтах значною мірою впливають природно-кліматичні умови і типи лісорослинних умов. Переважна частина території України розташована в поясі помірного клімату за винятком південних схилів Кримських гір, які належать до субтропічного середземноморського клімату. Ґрунти України є доволі різноманітними, їх розповсюдженість підпорядковується географічній зональності. Найпоширенішими типами ґрунтів Полісся є дерново-підзолисті

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			33

(різного ступеня підзолистості та оглеєння) ґрунти на водо-льодовикових відкладеннях. Ґрунти, які сформовані на інших породах (алювіальних, лесових, крейдо-мергелевих, масивно-кристалічних тощо), розповсюджені значно меншою мірою. Трапляються також дернові, болотні (мулувато-глейові, торф'янисто-глейові, торф'янисті) та сірі лісові ґрунти.

У Лісостеповій зоні під наметом широколистяних (дубових) лісів, які переважно приурочені до підвищених ділянок вододілів та правих берегів річок, формуються різні підтипи сірих лісових ґрунтів (темно-сірі опідзолені, сірі лісові, світло-сірі) на лесових породах. Соснові ліси в Лісостепу приурочені до надзаплавних терас, вкритих потужною товщею давньоалювіальних, добре промитих пісків, на яких утворюються дернові опідзолені ґрунти.

Степова зона України поділяється на дві підзони: північну й південну. У північній підзоні, де ростуть байрачні ліси, зональним типом ґрунту є чорнозем звичайний. У південній підзоні лісова рослинність приурочена до інтра- та азональних умов місцезростання - заплав річок, піщаних арен тощо. У минулому ці території майже суцільно були вкриті сосновими лісами й лише вершини горбів та дюн залишались безлісими. Під сосновими насадженнями сформувалися дернові ґрунти, а в котловинах між дюнами та грядами, де близько до поверхні підходять мінералізовані ґрунтові води, під впливом зрідженої галофітної рослинності - дернові слабо- та зрідка - середньо солончакуваті.

Ґрунти гірських регіонів переважно утворилися під впливом буроземного процесу. Залежно від співвідношення лісової та трав'янистої флори формуються буроземні ґрунти з різними властивостями (буроземи, буроземно-підзолисті). До лісових ґрунтів з недиференційованим профілем належать буроземи опідзолені, а з диференційованим за елювіально-ілювіальним типом - буроземно-підзолисті.

Органічний вуглець у лісах зосереджений у живій фітомасі, мортмасі (відмерлій деревині та підстилці), а також у вигляді ґрунтового гумусу. Потенційним джерелом гумусових речовини в лісовій екосистемі можна вважати всі її складові, проте найбільшою мірою на процес гуміфікації впливає рослинний

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

опад, що трансформується у лісову підстилку. Між запасами опаду, підстилки та вмістом гумусу у межах одного типу лісу існують тісні кореляційні зв'язки ($r = 0,90$), що підтверджує значну роль лісового опаду в утворенні гумусу.

Обсяги вуглецю, депонованого у резервуарі лісових підстилок, залежать від кількості (запасу) підстилки на одиниці площі та вмісту в ній вуглецю, а кількість лісової підстилки у свою чергу - від кількості лісового опаду, швидкості його розкладання, кліматичних умов, складу, стану та таксаційних характеристик лісових насаджень тощо. Так, наприклад, мортмаса (детрит) широколистяних порід у силу специфіки механічного та хімічного складу в умовах теплого, помірно зволоженого клімату мінералізується дуже швидко (як правило - протягом року), тоді як швидкість розкладання опаду хвойних, зокрема сосни, становить від трьох до п'яти років. Мінливість запасів підстилки також пов'язана з дією комплексу факторів антропогенного характеру (рекреація, пожежі, лісогосподарські заходи тощо).

Загалом у Поліссі (де головною породою є сосна звичайна, а найпоширенішими типами лісорослинних умов - свіжі та вологі субори й бори) середні запаси лісової підстилки становлять 30-33 т/га. У Лісостеповій зоні в умовах свіжого груду, де панують деревостани дуба звичайного, запаси підстилки коливаються в межах 6-9 т/га, а на лівих берегах річок, в умовах свіжого дубово-соснового субору, середні запаси підстилки зростають до 29 т/га. Узагальнення емпіричних даних, отриманих на ділянках моніторингу лісів, свідчить, що у рівнинних лісах України найбільша кількість лісової підстилки накопичується в Поліссі (37 т/га), а найнижча - у Лісостепу (13 т/га). Що стосується гірських лісів, то в Гірському Криму запаси підстилок у середньому становлять 39 т/га, у Карпатах - 13 т/га [8].

Масове визначення вмісту вуглецю лісових підстилок ($n = 272$) дало змогу встановити його середні значення для лісів різного породного складу. Так, підстилка в лісах з переважанням листяних порід містить С у кількості $37 \pm 1,4 \%$, хвойних - $40 \pm 1,4 \%$, а загалом його середнє значення для лісових підстилок

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

України становить 38 ± 1 %. Зауважимо, що отриманий нами шляхом аналітичних визначень показник вмісту вуглецю (38 %), практично співпадає з коефіцієнтом, рекомендованим МГЕЗК для використання розрахунків при визначенні запасів вуглецю в лісових підстилках - 0,37.

Таким чином, запаси вуглецю в підстилках листяних лісів у середньому становлять $4 \pm 0,4$ т С/га, хвойних - $13,1 \pm 2$ т С/га, а в середньому в пулі (резервуарі) підстилок рівнинних лісів України акумулюється 8 ± 1 т С/га(рис. 2.2). Обсяг депонованого вуглецю в резервуарі лісових підстилок більшою мірою залежить від кількості (запасу) підстилки, ніж від вмісту (концентрації) вуглецю.

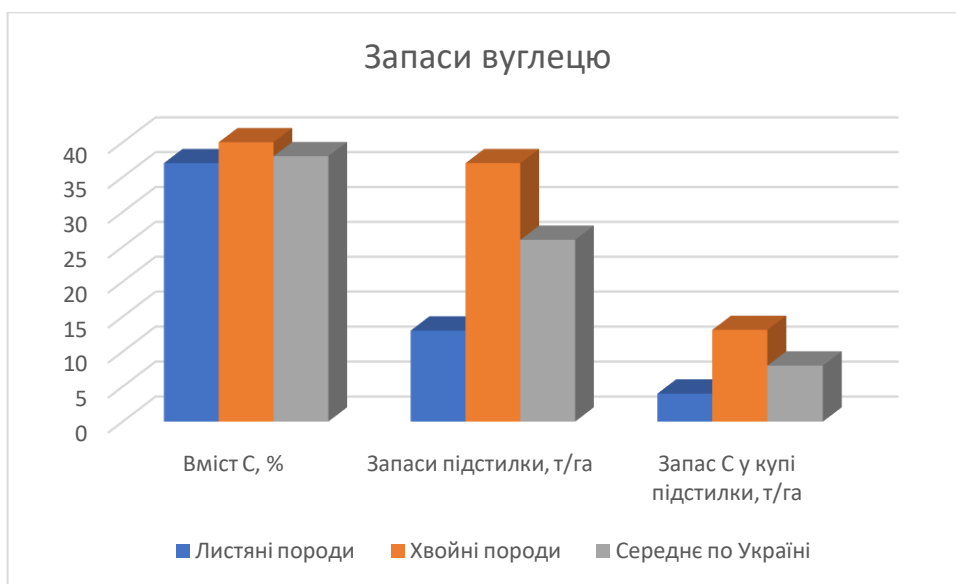


Рисунок 2.2.2 – Запаси вуглецю (та його вихідних показників) у резервуарі підстилки лісів України

Органічний вуглець ґрунту майже цілком зв'язаний системою високомолекулярних сполук гумусових речовин і є доволі стійкими до розкладання. Проте інтенсивна та нераціональна експлуатація ґрунтів у агросфері призводить до трансформації багатьох їх функцій. При цьому ґрунтовий покрив не тільки втрачає здатність ефективно виконувати роль поглинача вуглецю, а й навпаки - внаслідок посиленої мінералізації гумусових запасів ґрунт стає джерелом емісії CO₂, що негативно впливає на глобальні зміни клімату. На відміну від ґрунтів агроценозів, у лісових екосистемах зберігається еволюційно

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

сформований хід кругообігу речовин та енергії, завдяки чому лісові ґрунти є потужними поглиначами сполук вуглецю.

Запаси вуглецю в лісових ґрунтах України значно варіюють у межах природно-кліматичних зон, типів лісо рослинних умов та залежать від загальних запасів гумусу. При цьому між запасами вуглецю та його вмістом існує тісний зв'язок, доведений на 99,9 % рівні значущості.

Інв.№подел.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ОС 19540076	Арк
						37
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

Розміщення лісів на території України є дуже нерівномірним, з основними концентраціями в Поліссі та Українських Карпатах(табл.3.1.1). Лісистість в різних природних зонах суттєво відрізняється і не досягає оптимального рівня, який би максимально позитивно впливав на клімат, ґрунти, водні ресурси та зменшував наслідки ерозійних процесів. Крім того, таке нерівномірне розподілення лісів обмежує можливість одержання більшої кількості деревини.

Таблиця 3.1 - Лісистість України.

Адміністративні області	Загальна територія, тис.км ²	Вкриті лісовою рослинністю землі, тис.га	Фактична лісистість	Оптимальна лісистість
АР Крим	27	308,7	11,40%	19%
Вінницька	26,5	351,4	13,30%	16%
Волинська	20,2	632,4	31,30%	37%
Дніпропетровська	31,9	152,8	4,80%	8%
Донецька	26,5	185,5	7,00%	12%
Житомирська	29,9	989	33,10%	37%
Закарпатська	12,8	652,9	51,00%	55%
Запорізька	27,2	105,4	3,90%	5%
Івано-Франківська	13,9	576,7	41,50%	49%
Київська	28,9	632,2	21,90%	23%
Кіровоградська	24,6	158,8	6,50%	11%
Луганська	26,7	282,9	10,60%	16%
Львівська	21,8	626,4	28,70%	30%
Миколаївська	24,6	94,9	3,90%	7%
Одеська	33,3	195,3	5,90%	9%
Полтавська	28,8	236,2	8,20%	15%
Рівненська	20,1	731,7	36,40%	40%
Сумська	23,8	403,8	17,00%	21%
Тернопільська	13,8	192,4	13,90%	20%
Харківська	31,4	372,7	11,90%	15%
Херсонська	28,5	132,4	4,60%	8%

Інв.№поодл.	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

ОС 19540076

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

39

Продовження до таблиці 3.1

Адміністративні області	Загальна територія, тис.км ²	Вкриті лісовою рослинністю землі, тис.га	Фактична лісистість	Оптимальна лісистість
Хмельницька	20,6	262,7	12,80%	17%
Черкаська	20,9	319,3	15,30%	16%
Чернівецька	8,1	237,8	29,40%	33%
Чернігівська	31,9	656,6	20,60%	23%
Всього по Україні	603,7	9490,9	15,70%	20%

Майже всі області мають приближене значення лісистості до оптимального, хоча багато областей страждає через незаконні вирубки, то варто збільшувати кількість насаджень та посилювати охорону лісів.



Рисунок 3.1 - Порівняння відношення фактичної та оптимальної лісистості в областях.

Україна, незважаючи на невелику лісистість територій, посідає 8 місце за площею лісів в Європі (табл. 3.1). Як показує практика ведення лісового господарства в ЄС, значна увага там приділяється питанням лісовідтворення та збалансованого лісокористування. За останні 20 років ліси Європи збільшилися на понад 16 млн га, що за площею дорівнює майже двом територіям Ірландії.

Інв.№поділ.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Середньорічний приріст європейського лісового покриву становить близько 0,8 млн га за рік. При цьому широке використання деревини у різних галузях економіки ЄС компенсується керованим управлінням її зростання, як наслідок, на потреби ринку вирубується близько 2/3 щорічного приросту європейських лісів.

Таблиця 3.1 – Рейтинг країн Європи по лісистості [13].

№	Країна	Загальна площа території країни, тис.га	Площа вкритих лісом земель, тис.га	Відсоток лісистості
1	Швеція	45218	27264	60,3
2	Фінляндія	33814	21883	64,7
3	Франція	54919	15156	27,6
4	Іспанія	50596	13509	26,7
5	Німеччина	35702	10740	30,1
6	Туреччина	77945	9954	12,8
7	Італія	30132	9857	32,7
8	Україна	60370	9491	15,7
9	Польща	31268	8942	28,6
10	Норвегія	32376	8710	26,9

3.2 Вирубка лісів

Користування лісовими ресурсами можна розподілити на дві основні категорії: головне користування і проміжне користування. Головне користування полягає в заготівлі деревини з дозрілих і переростаючих насаджень. Проміжне користування, з свого боку, включає дії, пов'язані з доглядом за лісом, проведенням санітарних рубок та вирубками для реконструкції малоцінних лісових насаджень.

Підп. і дата	Підп. і дата	Підп. і дата
Інв.№дубл.	Взаєм.інв.№	Інв.№поодл.
Вип	Арк	№ докум.
Підп.	Дата	

ОС 19540076

Арк

41

Важливо враховувати, що головне користування лісом має відбуватися в межах встановленої лісосіки. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" (стаття 43) передбачає застосування економічних санкцій у випадку, коли обсяги головного користування перевищують встановлену лісосіку.

Головне користування лісом відбувається в межах встановленої лісосіки і спрямоване на максимальне повне використання заготовленої деревини (табл. 3.2). Відходи, що виникають під час головних рубок, широко використовуються на багатьох комплексних лісових підприємствах України. Вони застосовуються для виготовлення різноманітних продуктів, таких як технологічна тріска, вітамінне борошно, товари народного споживання тощо. Також відходи використовуються як паливо та для екологічних цілей, наприклад, для укріплення схилів і збагачення лісових ґрунтів.

Таблиця 3.2 - Заготівля деревини за системами та видами рубок, тис. м³ [12]

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Кількість заготовленої деревини	20672,4	21924,2	22612,8	21923,0	22529,7	20869,6	17826,2	17649,4	15934,3
Рубки головного користування	8853,1	9097,7	9282,2	9390,6	8331,3	7914,6	7124,6	7114,0	6298,9
Поступові, вибіркові і комбіновані	991,6	935,4	991,2	1128,6	1384,8	1460,6	642,9	652,6	617,1
Суцільні	7861,5	8162,3	8291,0	8262,0	6946,5	6454,0	6481,7	6461,4	5681,8
Рубки формування і оздоровлення лісів	11739,6	12702,7	13240,0	12419,0	13923,4	12721,5	10569,6	10273,5	9511,6
Рубки догляду	1550,0	1680,5	1768,1	1998,1	1935,3	1848,0	1117,4	1726,8	2226,9
Санітарні	9478,1	10204,8	10614,7	9419,3	11110,9	9907,9	8741,7	7821,4	6642,1
Лісовідновні	194,7	260,8	303,3	417,1	302,8	340,5	306,0	121,4	91,9
Переформування	9,9	16,4	22,1	44,8	64,1	117,9	135,8	246,5	324,7
Реконструктивні	6,5	5,5	3,5	1,4	2,1	2,9	1,0	6,4	7,6
Ландшафтні	6,2	8,5	7,8	10,7	8,9	8,7	4,7	7,2	1,0

Інв. № поодл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

ОС 19540076

Арк

Продовження до таблиці 3.2

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Інші рубки формування і оздоровлення лісів	494,2	526,2	520,5	527,6	499,3	495,6	263	343,8	217,4
із рубок формування і оздоровлення лісів – суцільні рубки	5648,4	6052,4	6810,5	3073,2	4155,1	3016,9	2271,2	1696	1785,9
Заходи, не пов'язані з веденням лісового господарства	79,7	123,8	90,6	113,4	275	233,5	132	261,9	123,8

У період з 2014 по 2018 роки заготівля деревини зростала, а починаючи з 2018 року почала падати (рис. 3.2). Це пов'язано з тим, що попит на деревину почав зменшуватись. У 2020-2021 роки почалася пандемія COVID-19, на 70-80% впав попит на пилових хвойних порід, в зв'язку з відсутністю попиту в Китаї, Туреччині та західній Європі. Вимушеним кроком було скорочення його заготівлі. В цілому цей попит не відновився в повному обсязі до початку 2022р. На даний момент зменшення йде через воєнні дії, пов'язані. Також, Україна провадила ряд нових законодавчих норм та обмежень, спрямованих на збереження лісових ресурсів. Це включає зміни в процедурах видачі лісокористувальних дозволів, зокрема шляхом посилення вимог до документації та збільшення контролю за дотриманням правил користування лісом.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

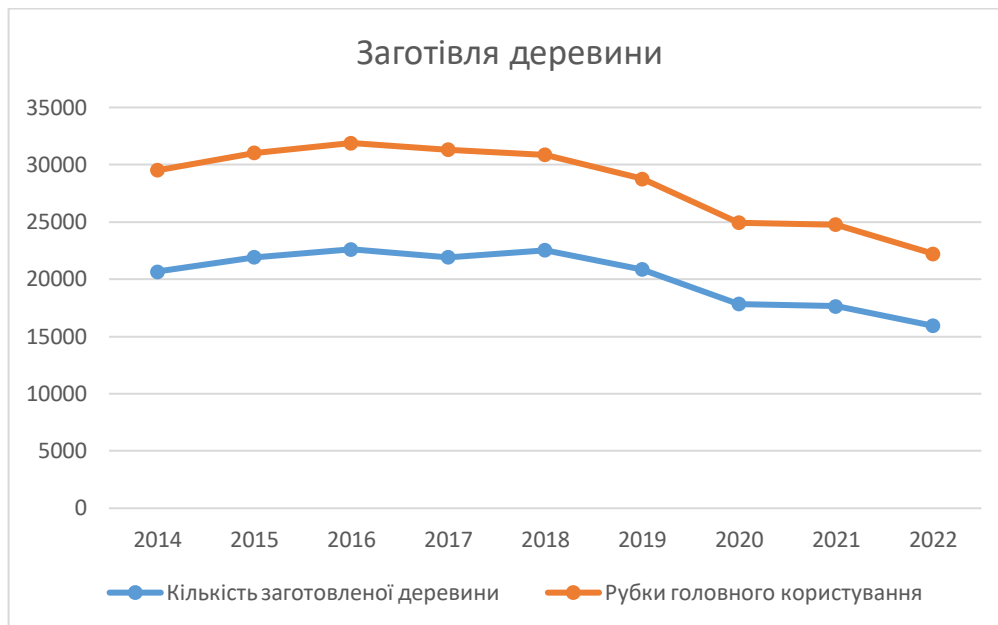


Рисунок 3.2 - Динаміка змін заготівлі деревини в Україні

Зростаюча увага до екологічних питань і вимоги до сталого лісового господарства можуть також сприяти зменшенню заготівлі деревини. Організації та компанії стають більш освіченими щодо екологічних наслідків неконтрольованої рубки лісу і встановлюють більш високі стандарти сталого лісового управління

Зростання громадської свідомості щодо важливості збереження лісів та природних екосистем також може впливати на зменшення заготівлі деревини. Громадські організації, активісти та інші зацікавлені сторони нерідко мобілізуються для захисту лісів від незаконної рубки та вимагають зменшення впливу лісозаготівельної промисловості.

3.3. Викид вуглецю під час рубки лісу

Для оцінки зміни запасів вуглецю в лісах застосовується підхід, що охоплює всі типи резервуарів. Цей підхід включає розрахунок зміни запасів вуглецю у живій біомасі, який враховує річне збільшення запасів вуглецю внаслідок приросту біомаси і річне зниження запасів вуглецю через втрату біомаси.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

Збільшення запасу вуглецю внаслідок приросту біомаси обчислюється на основі статистичних даних про склад деревостану, використання національних середньорічних коефіцієнтів приросту біомаси та вмісту вуглецю у сухій речовині (стандартні значення). Втрати біомаси розраховуються на основі інформації про річні втрати вуглецю під час рубки лісу та інших процесів. Втрати вуглецю під час рубки лісу визначаються з урахуванням статистичних даних про заготівлю деревини та щільності надземної біомаси.

Для визначення втрат запасів вуглецю в лісах розраховується сума втрат, яка включає втрати внаслідок вирубок та інших факторів, таких як пожежі, стихійні лиха, хвороби та шкідники.

Кількість вуглецю, яка викидається під час рубки лісу, залежить від кількох факторів, таких як розмір лісового масиву, тип дерев, що вирубуються, і методи використання деревини після рубки.

В процесі рубки лісу частина вуглецю, який раніше був збережений в деревах, вивільняється у формі вуглекислого газу (CO₂). Однак, цей процес може бути здійснений таким чином, щоб мінімізувати викиди CO₂ та максимально зберегти вуглецевий запас лісу.

Вуглецевий баланс під час рубки лісу визначається такими факторами, як:

1. Потенціал вуглецевого зберігання дерев. Деякі дерева зберігають більше вуглецю у своїй біомасі, ніж інші. Наприклад, старі гігантські дерева можуть містити значну кількість вуглецю [16].

2. Використання деревини після рубки. Якщо деревина використовується для довгострокового збереження, наприклад у будівництві, то частина вуглецю може залишитися "заключеною" у цьому виробі, утримуючи його від викидів у вигляді CO₂.

3. Лісові практики та відновлення лісу. Якщо рубка лісу супроводжується відновленням лісу шляхом висаджування нових дерев, то це допомагає компенсувати вуглецеві викиди, оскільки нові дерева будуть збирати CO₂ з атмосфери.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			45

Зміни в обсягах запасів вуглецю в резервуарах живої рослинності пояснюються динамікою кількох факторів. Ці фактори включають зміну площ територій, обсяги вирубок деревини та вплив пожеж на лісові масиви в Україні.

Інв.№подел.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		46

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Проблема виникнення пожеж та зменшення їх наслідків є глобальною через широкий масштаб цього явища. Щороку стається близько 7 мільйонів пожеж. В Україні в середньому за рік виникає приблизно 3,5 тисячі лісових пожеж, які спричиняють знищення понад 5 тисяч гектарів лісу. Найбільшу загрозу становлять північні та східні регіони України, де в середньому 37% і 40% усіх лісових пожеж виникають щороку [20]. Статистика пожеж та їх наслідків відображає стан економіки країни, політичні, соціальні та демографічні процеси, що відбуваються у суспільстві. Тому ситуація з пожежною безпекою залишається складною.

4.1. Лісові пожежі: види та класифікація.

Існує три основних типи лісових пожеж: верхової, низовий і підземний.

- Лісові **верхові пожежі** зазвичай розвиваються з низових пожеж і характеризуються горінням крон дерев. В разі швидкої верхової пожежі полум'я швидко поширюється з крони на крону зі швидкістю від 8 до 25 км/год і іноді залишає непошкодженими окремі ділянки лісу. У випадку стійкої верхової пожежі вогонь охоплює як крони дерев, так і стовбури. Полум'я розповсюджується зі швидкістю від 5 до 8 км/год, охоплюючи весь ліс від ґрунтового шару до верхівок дерев.

- **Низові пожежі** в лісах характеризуються спалюванням сухої трав'яної рослинності, гнилої деревної підстилки та низькорослих рослин без пошкодження верхньої крони дерев. Швидкість руху вогню у таких пожежах варіюється від 0,3 до 1 м/хв для слабких пожеж і до 16 м/хв для сильних пожеж. Висота полум'я зазвичай становить 1-2 метри, а найвища температура на межі вогню може сягати 900 °С.

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ОС 19540076				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

- **Підземні (грунтові) пожежі** в лісі зазвичай пов'язані з горінням торфу, що можливо через осушення боліт. Вони поширюються зі швидкістю до 1 км/добу. Ці пожежі часто залишаються непомітними і можуть поширюватися на значну глибину, до кількох метрів, що створює додаткову небезпеку і ускладнює процес їх гасіння. Розпізнавання та гасіння таких пожеж вимагають попередньої розвідки та спеціальних заходів.

За інтенсивністю лісові пожежі підрозділяються на слабкі, середні і сильні. Інтенсивність горіння залежить від стану і запасу горючих матеріалів, ухилу місцевості, часу доби і, особливо, від сили вітру.

По швидкості поширення вогню низові і верхові пожежі поділяються на стійкі і швидкі. Швидкість поширення слабкої низової пожежі не перевищує 1 м/хв, сильного - понад 3 м/хв. Слабка верхова пожежа має швидкість до 3 м/хв, середній - до 100 м/хв, а сильний - понад 100 м/хв.

Висота слабкої низової пожежі до 0,5 м, середнього - 1,5 м, сильного - понад 1,5 м.

Слабкою ґрунтовою (підземною) пожежею вважається така, у якої глибина прогорання не перевищує 25 см, середньою - 25-50 см, сильною – більш ніж 50 см (як правило стосується пожеж торф'яників) [21].

Лісові пожежі за розмірами (площею) розподіляються на:
 невеликі лісові пожежі – пожежі площею до 5 га;
 великі лісові пожежі – пожежі площею від 5 до 200 га;
 особливо великі лісові пожежі – пожежі площею понад 200 га.

4.2. Причини та наслідки виникнення лісових пожеж.

Головними причинами лісових пожеж є людська діяльність, грозові розряди, самозаймання торфових основ і сільськогосподарські пали, особливо в жарку погоду або під час пожежонебезпечного періоду, який відбувається після танення снігу в лісі і до повного зеленого покриву або настання стійкої дощової

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подел.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			48

осінньої погоди. Природні пожежі, спричинені блискавками, відрізняються від пожеж, спричинених людьми. Зазвичай блискавки вдаряють у верхівки дерев, і вогонь, спускаючись вниз, поширюється повільно. Втрачаючи інтенсивність, полум'я рідко охоплює великі площі. У разі антропогенних пожеж, спричинених людьми, вони частіше виникають в низинах та розпадках, що призводить до швидкого та небезпечного поширення вогню.

Для припинення лісової пожежі використовуються різні методи та засоби. Пожежні автомобілі, мотопомпи і вогнегасні речовини використовуються для гасіння пожежі на наземному рівні. У випадку, коли пожежа охоплює велику площу і наземні сили недостатні, задіяні спеціально обладнані повітряні засоби. З практики лісового пожежогасіння відомо, що сильні та середні пожежі можуть бути стримані, використовуючи відпал від опорних смуг. Опорні смуги можуть бути природними перешкодами, такими як ріки, озера і т. д., або штучними, наприклад, дорогами та просіченими шляхами. Опорна смуга повинна бути замкненою, що означає, що вона оточує пожежу або має кінці, що перешкоджають проходженню вогню. Для виявлення вогнищ горіння поза опорною смугою організується патрулювання. Для створення перешкод у шляху поширення сильних пожеж на великих лісових масивах широко використовуються вибухові матеріали. Залишки горіння ліквідуються шляхом засипки землею, залиття водою або вогнегасними розчинами.

Лісові пожежі мають серйозний вплив на екологію лісів і природні процеси, такі як кругообіг вуглецю та тепловий режим ґрунту. Вони також призводять до забруднення поверхневих і підземних вод та завдають значної шкоди рослинному і тваринному світу. Пожежі суттєво ускладнюють процес природного відновлення лісів і спричиняють утворення пустирів, а також зміни в деревостанах, замінюючи хвойні породи на менш цінні листяні породи [22]. Особливо серйозні наслідки спостерігаються в районах, де існують нестійкі екосистеми.

Інв. № подел.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			49

Також для гасіння лісових пожеж використовують метод, при якому рихлим ґрунтом закидають кромки пожежі, використовуючи штикові лопати. Ґрунт, вибраний біля пожежі, кидають вздовж неї. Цей ґрунт потрапляє на горючі матеріали, охолоджує їх і відокремлює від повітря. Починаючи збивати полум'я, пожежу зупиняють, насипаючи шар ґрунту товщиною 6-8 см на кромку.

У разі наявності водоймища, вогонь можна загасити zalиванням водою. При цьому намагаються оточити район пожежі з усіх боків, рухаючись у напрямку, куди рухається полум'я.

При перебуванні в зоні лісової пожежі, необхідно дотримуватися наступних інструкцій:

- Уникайте втечі від полум'я; замість цього, пересувайтесь проти вітру вздовж краю вогню, захищаючи голову і обличчя одягом.
- Якщо небезпечна зона з полум'ям наближається, виходьте з неї швидко, пересуваючись перпендикулярно до напрямку розповсюдження вогню.
- Дихайте повітрям, яке знаходиться низько над землею, оскільки воно менш задимлене.
- Захищайте рот і ніс за допомогою одягу або шматка тканини, якщо це можливо, зволікніть його.
- Будьте обережні в місцях, де горять високі дерева, оскільки вони можуть обвалитися і призвести до травм.
- Під час гасіння пожежі не віддаляйтесь далеко від доріг та просік, тримайте пильну увагу на інших особах, які беруть участь у гасінні.
- У місцях, де горять торф'яні пожежі, пересувайтесь зважаючи на глибину вигорілої шару, за допомогою палиці.

Після виходу з осередку пожежі повідомте місцеву адміністрацію та пожежну службу.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

						ОС 19540076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			51

ВИСНОВКИ

Вирубка лісів призводить до значних втрат вуглецю, який зберігався в деревах та ґрунті. Це призводить до збільшення викидів парникових газів, змін клімату та загрози біорізноманіттю.

Масштаби втрат вуглецю залежать від розміру та інтенсивності вирубки, типу лісової рослинності, кліматичних умов та використання землі після вирубки.

Відновлення вуглецевих запасів після вирубки лісів є довготривалим процесом, який залежить від багатьох факторів, включаючи вплив клімату, типу ґрунту, методів відновлення та використання землі.

Швидкість відновлення вуглецевих запасів може бути різною в залежності від типу лісової рослинності та екологічних умов. Деякі екосистеми можуть відновлюватися протягом десятиліть, тоді як інші можуть потребувати сотень років.

Ефективне управління лісовими ресурсами та збереженням біорізноманіття є критичним для відновлення вуглецевих запасів після вирубки. Створення екологічно стійких лісових резерватів, впровадження раціональних методів використання землі та залучення спільноти до управління лісовими ресурсами є важливими кроками у збереженні лісу.

Відновлення вуглецевих запасів після вирубки лісів може бути сприятливе для регенерації природного лісового покриву, використанню методів штучного залісення або комбінації цих підходів. Вибір оптимальної стратегії відновлення залежить від конкретних умов та цілей управління лісами.

Розвиток наукових досліджень та моніторингу впливу вирубки лісів на вуглецевий цикл є важливим для постійного вдосконалення стратегій лісового господарства та збереження природних ресурсів. Систематичне збирання даних і аналіз їх впливу допомагає усвідомити наслідки вирубки лісів та

Інв.№подел.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 19540076

Арк

52

розробити ефективні заходи для збалансованого використання та відновлення лісових екосистем.

Збереження лісів є важливим для збалансованого вуглецевого циклу та боротьби зі зміною клімату. Політичні рішення, спрямовані на збереження та ефективне управління лісовими ресурсами, включаючи строге лісове законодавство, просунуті методи лісового господарства та участь громадськості, є важливими кроками у збалансованому розвитку та збереженні нашої планети.

Усвідомлення важливості впливу вирубки лісів на вуглецевий цикл та відновлення вуглецевих запасів є критичним для збереження біорізноманіття, зміцнення стійкості екосистем та збалансованого розвитку людського суспільства. Дослідження в цій галузі є необхідним кроком для прийняття науково обґрунтованих висновків і заходів.

Інв. № подел.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ОС 19540076					Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						53

7. Ґрунтовий вуглець у лісах: як зберегти, а не вивільнити? URL: <https://uncg.org.ua/gruntovyj-vuhlets-u-lisakh-iaak-zberehty-a-ne-vyvilnyty/> (дата звернення 18.05.2023)

8. Букша І.Ф., Распопіна С.П., Пастернак В.П. Запаси органічного вуглецю у ґрунтах та підстилці на ділянках моніторингу лісів. Лісівництво і агролісомеліорація. 2012. Вип. 120. С. 106-112.

9. Визначення критеріїв та індикаторів сталого ведення лісового господарства на основі даних інвентаризації і моніторингу лісів / І.Ф. Букша, В.П. Пастернак, Т.С. Пивовар, М.І. Букша, В.А. Солодовник, В.Ю. Яроцький. Науковий вісник НУБіПУ. 2014. Вип 198. Ч. 1. С. 14-23.

10. Структура лісових насаджень сосни звичайної лівобережного лісостепу України / В.Ю. Яроцький, Т.С. Пивовар, В.П. Пастернак, А.В. Гармаш. Науковий вісник НЛТУ України. 2016. Вип. 26.4. С. 53-59.

11. Халаїм Олександра Олегівна. Методи оцінки балансу вуглецю у лісових екосистемах: перспективи використання наземного газометричного камерного методу для Українських Карпат / О. О. Халаїм // Екологічні, соціально-економічні та історико-культурні аспекти розвитку прикордонних територій Мараморощини : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції з нагоди XXIII Міжнародного гуцульського фестивалю та відзначення 45-річчя Програми ЮНЕСКО "Людина і Біосфера", Україна, м. Рахів, 2-4 вересня 2016 року / [відп. ред. Гамор Ф. Д.]. - Хмельницький : ФОП Петришин, 2016. - С. 311-315. URL : <https://ekmair.ukma.edu.ua/handle/123456789/11679>

12. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

13. ukr.bio. Ліси України. URL: https://ukr.bio/?menu_id=11&page_id=139&spi=101 (дата звернення 11.06.2023)

14. ADMIN. Приріст і використання деревини: в Україні і ЄС <https://gollis.com.ua/2019/08/07/%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D1%96%D1%81%D1%82-%D1%96-%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0>

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

					ОС 19540076		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			55

