

## ПАРТНЕРСТВО БЕЗ КОРДОНІВ

### Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна

Програма транскордонного співробітництва ЄС 2014-2020

**Шляхи до здорових лісів: посилення стійкості, життєздатності й адаптаційної спроможності лісів у прикордонних регіонах України і Словаччини**



## КЛІМАТИЧНІ АСПЕКТИ БУДІВНИЦТВА ЛІСОВИХ ДОРІГ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

2023

Посібник «Кліматичні аспекти будівництва лісових доріг в Карпатському регіоні України» підготовлений за фінансової підтримки Європейського Союзу під час реалізації проекту «Шляхи до здорових лісів: посилення стійкості, життєздатності й адаптаційної спроможності лісів у прикордонних регіонах України і Словаччини», HUSKROUA 1701/LIP/009, що виконується в рамках Програми транскордонного співробітництва ЄС Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна 2014-2020.

Цей посібник призначений для використання практичними лісівниками і управлінцями, викладачами і студентами навчальних закладів та установ підвищення кваліфікації, представниками органів державної влади і місцевих громад, природоохоронних та екологічних організацій, місцевого населення та інших зацікавлених сторін в предметі цієї публікації.

Посібник підготовлено кандидатом сільськогосподарських наук, членом-кореспондентом Лісівничої академії наук України, доцентом Національного лісотехнічного університету Олегом Часковським за редакцією кандидата технічних наук, старшого наукового співробітника, члена-кореспондента Лісівничої академії наук України першого заступника директора з наукової роботи Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва Володимира Коржова.

Зміст публікації є предметом виключної відповідальності авторів та Філії «Вигодське лісове господарство» Державного спеціалізованого господарського підприємства «Ліси України» і ні в якій мірі не відображає точку зору Європейського Союзу.

Великий інфраструктурний проект «Шляхи до здорових лісів: посилення стійкості, життєздатності й адаптаційної спроможності лісів у прикордонних регіонах України і Словаччини», HUSKROUA 1701/LIP/009, виконується в рамках Програми транскордонного співробітництва Європейського інструменту сусідства Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна 2014-2020, за тематичною ціллю 6 - «Охорона навколишнього середовища, пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптація до них», пріоритетом 1: «Стале використання навколишнього середовища на транскордонних територіях - збереження природних ресурсів, заходи зі зменшення викидів парникових газів та забруднення річок».

Територією впровадження проекту є Закарпатська та Івано-Франківська області в Україні та Пряшівський регіон в Словаччині.

Партнери проекту: Філія «Ужгородське лісове господарство» ДП «Ліси України» (головний партнер)  
Адміністрація Татранського національного парку (Словаччина)

Філія «Вигодське лісове господарство» ДП «Ліси України»

Ліси міста Спішська Бела (Словаччина)

Ліси міста Кежмарок (Словаччина)

Агентство сприяння сталому розвитку Карпатського регіону "ФОРЗА"

Тривалість проекту: 17.12.2019 р. - 31.12.2023 р.

Загальний бюджет проекту: 3 523 870,16 євро, в т.ч. спів-фінансування ЄС: 3 171 483,12 євро

Більше інформації про проект: <https://huskroua-cbc.eu/projects/financed-projects-database/roads-to-healthy-forests-resilient-adaptive-diverse-and-sustainable-forests-in-cross-border-region-of-ukraine-and-slovakia>

Держави-члени Європейського Союзу вирішили поєднати свої ноу-хау, ресурси та долі. Разом вони створили зону стабільності, демократії та сталого розвитку, зберігаючи при цьому культурне розмаїття, толерантність та індивідуальні свободи. Європейський Союз прагне ділитися своїми досягненнями і цінностями з країнами і народами за межами своїх кордонів.

Програма транскордонного співробітництва ЄС Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна 2014-2020 надає фінансування Європейського Союзу для сталого розвитку вздовж кордону України з Угорщиною, Словаччиною та Румунією, сприяє зменшенню відмінностей у рівні життя та вирішенню спільних транскордонних проблем.

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
1 Природні умови Українських Карпат .....	6
1.1 Розташування та орографічна структура .....	6
1.2 Клімат, ґрунти і поверхневі води .....	9
2 Сучасні тенденції кліматичних змін .....	13
2.1 Загальні положення .....	13
2.2 Кліматичні зміни і ліси .....	18
2.3 Основні заходи протидії кліматичним змінам .....	19
3 Природно-виробничі умови лісогосподарської діяльності в Українських Карпатах .....	22
3.1 Лісовий фонд і його використання .....	22
3.2 Особливості лісозаготівлі в гірських лісах .....	25
4. Лісові дороги основа лісогосподарського виробництва ....	31
4.1 Значення і роль лісових доріг .....	31
4.2 Державна стратегія розвитку лісової транспортної інфраструктури .....	36
4.3 Етапи розвитку нормативних вимог до лісових автодоріг в Україні .....	39
4.4 Нормативні вимоги до гірських лісових доріг.....	41
4.5 Вдосконалення нормативів з проектування лісових доріг...	53
5 Кліматичні аспекти розвитку мережі лісових доріг .....	55
5.1 Загальні положення .....	55
5.2 Заходи для попередження підвищення температури лісових поверхонь .....	57
5.3 Ландшафтне проектування лісових доріг .....	63
5.4 Раціональні способи виконання дорожньо-будівельних робіт	65
5.5 Гідрологічні аспекти лісотransпортної мережі .....	71
Список джерел посилання .....	73



## ВСТУП

В умовах стійких тенденцій кліматичних змін однією з першочергових глобальних цілей світової спільноти є застосування ефективних пом'ягчуючих заходів та посилення адаптаційної спроможності, зміцнення опірності та зниження вразливості до зміни клімату основних сфер життєдіяльності людини та природних комплексів. Нещодавно прийнята «Європейська зелена угода» визначає прагнення ЄС стати кліматично нейтральним до 2050 року, захищаючи людей, планету та процвітання. В ній підкреслюється, що перехід до сучасної, ресурсоефективної, процвітаючої та конкурентоспроможної економіки, в якій навколишнє середовище, здоров'я та добробут є пріоритетними, вимагає глибоких і широких дій в усіх сферах людської діяльності. Однією з них є застосування біоекономіки, що охоплює всі сектори та пов'язані з ними послуги і інвестиції, які виробляють, використовують, переробляють, поширюють або споживають біологічні ресурси, до яких в повній мірі відноситься лісовий сектор економіки. Тому надзвичайно актуальним є розвиток кліматично збалансованого лісового господарства, суть якого полягає в тісному поєднанні лісгосподарських робіт з біоекономікою, заходами з пом'якшення та адаптації, підвищенні стійкості лісових ресурсів і надаваними ними екосистемних послуг, водночас, забезпечуючи зайнятість і доходи громадян [1].

З урахуванням важливої ролі лісового сектору в розвитку біоекономіки чинною «Державною стратегією управління лісами України до 2035 року» передбачено механізми удосконалення ведення лісового та мисливського господарства для забезпечення довгострокових інтересів держави на основі поєднання принципів державного регулювання з механізмами ринкових відносин. Одним із важливих завдань, поставлених в цьому документі, є необхідність використання природозберігаючих процесів лісгосподарської діяльності, що мають базуватися на застосуванні сучасних систем лісових машин і технологій з метою істотного зниження впливу на довкілля, зменшення трудомісткості робіт і підвищення продуктивності праці лісових робітників [2,3]. При цьому необхідно відмітити, що виконання цих завдань вимагає наявності розвинутої дорожньої мережі в лісових масивах. За її відсутності є неможливим досягнення ефективного багатоцільового використання і відтворення лісових ресурсів та забезпечення високої продуктивності дороговартісної техніки, а також засобів, призначених для виконання заходів з охорони та захисту лісу. Тому вищезгаданою Державною стратегією передбачені обсяги з будівництва та ремонту 7500 кілометрів лісових доріг.

Здійснювані заходи з вдосконалення лісової транспортної інфраструктури, особливо нове будівництво лісових доріг, викликають зростаючу занепокоєність

природоохоронних установ і широкої громадськості щодо привнесення певних змін у навколишнє середовище. Це, в свою чергу, пов'язано із об'єктивним зростанням в останні роки обізнаності громадськості з екологічними питаннями. Схвалення громадськістю будівельних робіт в лісах значно знизилося. На часі є вдосконалення процесів прийняття рішень шляхом забезпечення інтеграції економічних, соціальних та екологічних міркувань із забезпеченням доступу громадськості до відповідної інформації, сприяючи врахуванню їх поглядів та покращенню можливостей ефективної участі. Одночасно, має прийматися до уваги, що у контексті сталого розвитку, як зазначено в стратегічних документах, прийнятих на міжнародному рівні, використання природних відновлюваних ресурсів є ключовим елементом життєдіяльності світової спільноти. В зв'язку з тим, що використання лісових ресурсів залежить від доступності відповідних територій, відмова від будівництва мереж лісових доріг була б шкідливим кроком. Тому роботи з удосконалення лісотранспортної інфраструктури в лісах Українських Карпат є доцільними і надзвичайно актуальними. При цьому на всіх етапах виконання цього довготривалого процесу на перший план мають ставитися завдання щодо адекватного врахування кліматичних аспектів лісогосподарської діяльності, яка включає і облаштування належної транспортної інфраструктури в лісових масивах.

Одним з практичних кроків в напрямку вирішення вищенаведених завдань є перший в лісовій галузі України великий інфраструктурний проєкт «Шляхи до здорових лісів: посилення стійкості, життєздатності й адаптаційної спроможності лісів в прикордонних регіонах України та Словаччини». В процесі його імплементації особлива увага звертається на необхідність поглиблення знань практичних лісівників і управлінців, представників органів державної влади і місцевих громад, а також населення стосовно такого важливого питання лісогосподарської діяльності. З цією метою і здійснена підготовка цього видання.

# 1 ПРИРОДНІ УМОВИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

## 1.1 Розташування та орографічна структура

1.1.1 Українські Карпати є складовою великої Карпатської фізико-географічної країни, що поширюється на території восьми європейських держав. Українські Карпати – це фізико-географічний край, який охоплює гірську частину Карпат, а також їх північно-східне й південно-західне рівнинні передгір'я. Край лежить на південному заході України і розташований у трикутнику між державними кордонами України з Польщею, Словаччиною, Угорщиною, Румунією і Молдовою та умовною лінією Чернівці – Івано-Франківськ – Яворів, яка відділяє його від Східноєвропейської рівнини. Площа Українських Карпат у цих межах становить майже 40 тис. км<sup>2</sup>. Розташування Українських Карпат в на території Карпатської фізико-географічної країни, їх орографічна структура, фізико-географічні області та прилеглі території подано на рис. 1.1.

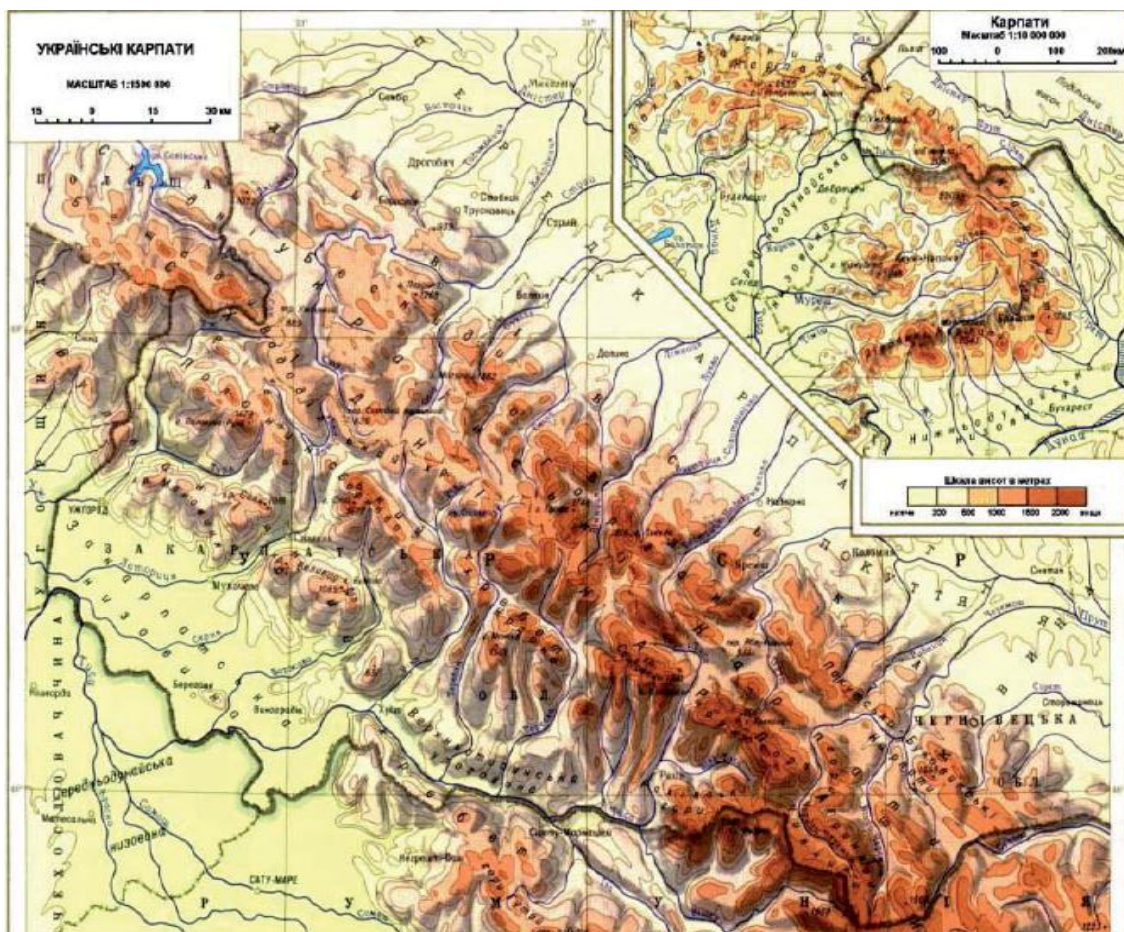


Рисунок 1.1- Орографічна структура та фізико-географічні області Українських Карпат і прилеглих територій

Гірська споруда Українських Карпат простягається смугою завдовжки 280 км і завширшки 100 км. Гори є середньовисотними з пересічними висотами 1 000 – 1500 м, тільки окремі вершини здіймаються більш як на 2 000 м. За віком вони належать до молодих гір (утворені в альпійську горотворчу епоху), проте зовнішньо нагадують старі гори з пологими схилами й округлими вершинами. Це пов'язано з тим, що в їхній геологічній будові переважають осадові породи (пісковики, глини, глинисті сланці). Їх нагромадження відбувалося в морському басейні, який існував на місці гір, пошарово: шари порід по чергово змінювали один одного інколи сотні разів. Так виник фліш, який у вигляді зім'ятих складок утворює схили гір, і який легко піддається руйнуванню зовнішніми силами. Водночас широкі карпатські хребти з м'якими обрисами подекуди порізані глибокими (понад 1 000 м) поперечними долинами із стрімкими схилами. Вони утворилися внаслідок розломів під час новітніх тектонічних процесів і поглибилися річками.

Українські Карпати поділяються на основні три нижче відмічені частини, які мають значні відмінності у природних умовах:

- Передкарпаття, яку включає 14 природних районів;
- гірські Карпати, куди входять Зовнішні Карпати з підобластями Скибових та Покутсько-Буковинських Карпат, Вододільно-Верховинська, Полонинсько-Чорногірська і Рахівсько-Чивчинська області, а також Вулканічні Карпати;
- Закарпаття.

1.1.2 Передкарпаття простягається смугою завширшки 30 – 45 км уздовж Зовнішніх Карпат – між північно-східним виступом гір і річковими долинами Дністра й Прута. Передкарпатська височина має висоти 200 – 500 м. В її основі лежить Передкарпатський прогин, який утворився між складчастою спорудою Карпат і краєм Східноєвропейської платформи. Він заповнений зім'ятими у складки осадовими породами. Численні річки, що стікають з гір, розчленували Передкарпаття на низку широких долин, між якими знаходяться видовжені вододільні височини.

Гірська споруда Українських Карпат простягається з північного заходу на південний схід кількома паралельними пасмами, розмежованими видовженими міжгірними долинами. На північному сході до гір розташована Передкарпатська височина, коливання висот якої складає 300-500м. Для цієї височини характерним є чергуванням грядово-горбистих виположених водорозділів з широкими долинами і улоговинами. Північно-східне пасмо називають Зовнішніми Карпатами, які підносяться над Передкарпатською височиною крутим уступом. Вони охоплюють такі гірські масиви: Горгани, в яких розташована гора Сивуля ( висота 1818 м) – центральний найвищий масив, де поширені скелясті урвища; Бескиди і Покутсько-Буковинські Карпати нижчі і



мають більш зруйновані хребти. Для цих гір характерна асиметрія гірських хребтів, яка проявляється в тому, що їх північно-східні схили є переважно стрімкими, а південно західні-пологі.

Вододільно-Верховинські Карпати є середньою віссю Українських Карпат. Хоча вони й не найвищі в гірській споруді (максимальні абсолютні висоти сягають 1 700 м), проте служать головним карпатським вододілом між басейнами річок Дністра і Тиси. Там знаходяться найважливіші перевали (Ужоцький, Яблуницький, Воловецький), через які проходять шляхи, що зв'язують Передкарпаття і Закарпаття. Полонинсько-Чорногорські Карпати найвищі. Абсолютні висоти їх хребтів перевищують 1400-1500 м. Ці гори охоплюють Полонинський хребет, який порізаний долинами річок на окремі масиви-полонини (Рівна, Боржава, Красна), гірські масиви Свидовець і Чорногора та Гринявські гори. Висоти найвищих вершин сягають максимальних значень на Чорногорі, де шість з них здіймаються вище 2000 м над рівнем моря. Це найвища точка України – г. Говерла (2061 м), а також Бребенескул, Піп Іван Чорногорський, Петрос, Гутин-Томнатик і Ребра. У цих горах збереглися сліди давнього гірського зледеніння – льодовикові форми рельєфу (цирки і карі). Загальний вигляд окремих вершин Вододільно-Верховинських Карпат показано на рис. 1.2.

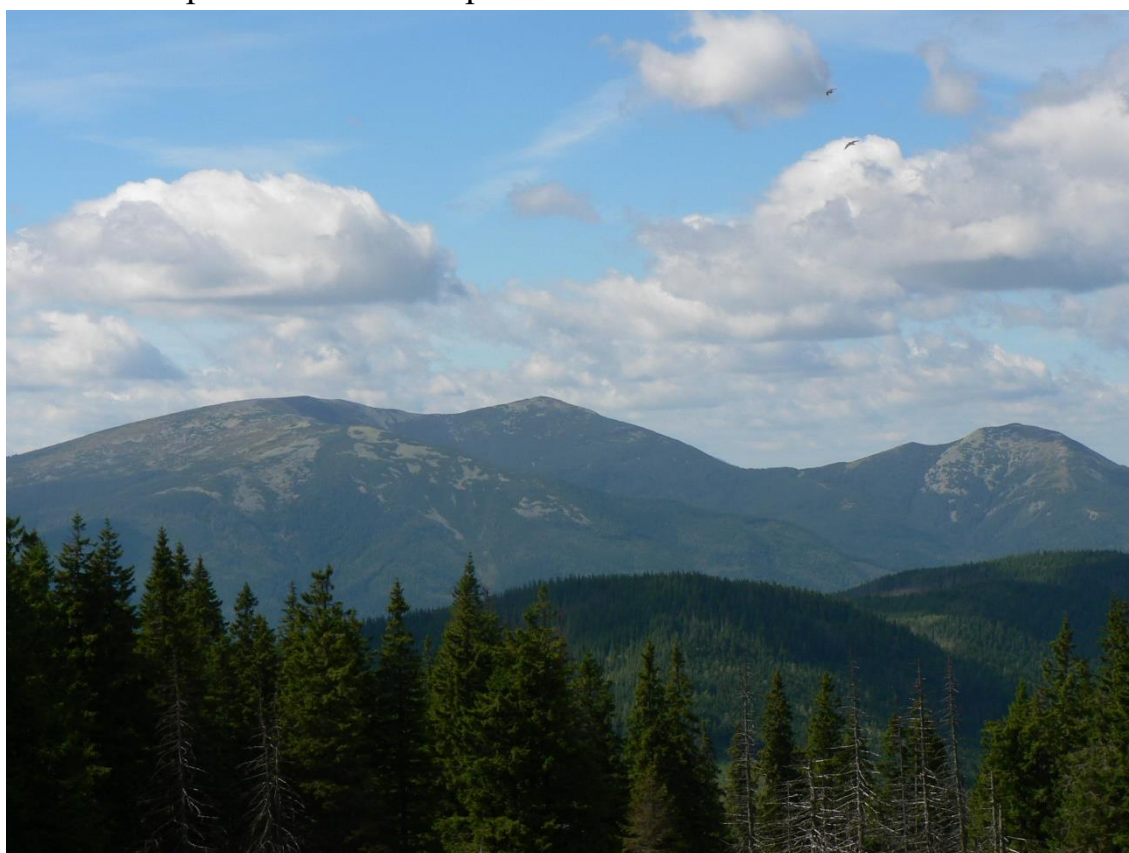


Рис. 1.2 - Загальний вигляд окремих вершин Вододільно-Верховинських Карпат



На південь від Черногори здіймається Мармароський масив – єдина частина Українських Карпат, де на поверхню виходять тверді кристалічні породи (гнейси, сланці). Масив охоплює Чивчинські і Рахівські гори. Це найдавніша, хоча й не надто висока з хребтами висотою 1200-1900 м, частина Карпат, яка зберігає риси, притаманні молодим і високим горам альпійської складчастості. Там поширені гостроверхі вершини, стрімкі й скелясті схили, дуже глибокі річкові долини, виразні льодовикові форми рельєфу.

З боку Закарпаття підноситься Вулканічний (Вигорлат-Гутинський) хребет з висотами 300-1100 м. Він височить над низовиною окремими конусами згаслих вулканів, об'єднаних лавовими потоками у масиви, між якими пролягли долини стрімких закарпатських річок. До північно-західного краю гір прилягає Закарпатська низовина з абсолютними висотами 105-120 м. В її основі лежить міжгірська западина, заповнена як осадовими, так і вулканічними породами. Низовина слабо нахилена від передгір'їв до долини річки Тиси. Одноманітна рівнинна поверхня в окремих місцях порушується вулканічними підняттями – Берегівським горбогір'ям (з абсолютною висотою понад 360 м). Закарпатську низовину перетинає річка Тиса і чимало її правих приток. Незначний нахил поверхні і невелика глибина річкових долин утруднюють поверхневий стік, тому в деяких місцях відбувається заболочування.

## 1.2 Клімат, ґрунти і поверхневі води

1.2.1 Клімат Українських Карпат помірно-континентальний. Кліматичні умови Українських Карпат відзначаються своєрідністю і різноманітністю, що пов'язано з складним гірським рельєфом. Рельєф зумовлює вертикальну кліматичну зональність, яка, в свою чергу, є приблизною межею вертикальних рослинних поясів. З підняттям в гори на кожні 100 м простежується зниження температури повітря в середньому на  $0,6^{\circ}\text{C}$ , змінюється режим зволоження, характер атмосферної циркуляції, тривалість сезонів тощо. Завдяки значній висоті і великим розмірам гірської країни окремі райони Карпат за своїми кліматичними особливостями відрізняються один від одного. Помітна різниця в температурі і кількості опадів спостерігається в Передкарпатті, на Карпатах та в Закарпатті. У власне Карпатах помітна різниця температур має місце на вершинах гірських кряжів та в міжгір'ях. Пересічна добова температура повітря у січні становить  $-6, -8^{\circ}\text{C}$  (абсолютний мінімум  $-37^{\circ}\text{C}$ ), у липні  $+16, +18^{\circ}\text{C}$  (у Закарпатті  $+22^{\circ}\text{C}$ , на гірських вершинах  $+7, +8^{\circ}\text{C}$ ), абсолютний максимум дорівнює  $+36^{\circ}\text{C}$ . Середня сума активних температур дорівнює  $1600-2000^{\circ}\text{C}$ . У міжгір'ях низки районів Карпат спостерігається явище інверсії температури (вище на схилах гір буває тепліше, ніж звично у горах). Кількість опадів на

рівнинах становить 600-800 мм на рік, у горах - 1500 мм, а в окремих районах досягає 2500 мм, на схилах Карпат та в міжгір'ях - 700-800 мм. Сніговий покрив встановлюється на початку листопада (у горах), танення снігу починається в березні. Більша кількість опадів випадає за літо, найбільша місячна кількість опадів 430-680 мм добова - 239 мм. За вегетаційний період випадає 60-70% опадів. Відповідно гідротермічний коефіцієнт становить від 2 до понад 4. Відносна вологість повітря висока і непостійна, в середньому 70-80%.

За Андріановим М.С. [4] вся територія Українських Карпат поділяється на шість вертикально-термічних зон: *дуже тепла* (низинна частина Закарпаття); *тепла* (передгірні райони Прикарпаття та Закарпаття); *помірна* (в межах висот від 450-500 до 850 м); *прохолодна* (750-950 м); *помірно-холодна* (950-1200 м); *холодна* (субальпійський та альпійський пояси). Клімат всередині зон також не залишається однорідним. З північного заходу на південний схід зростає його континентальність. У високогір'ї літо коротке і прохолодне, часто бувають бурі та грози, по долинах густий туман, тривалість безморозного періоду 120 днів, зима тривала (7-8 місяців), досить сувора, сніжна (висота снігового настилу в горах значна, вона коливається від 40 до 120 см і досягає 2 м), У передгір'ях зима досить м'яка і коротка, літо жарке і тривале, тривалість безморозного періоду 180 днів, вегетаційного – 180-220 днів. Середня швидкість вітрів в горах невелика, але під час буреломів та вітровалів може досягати 40 м/с. У долинах і улоговинах спостерігаються температурні інверсії, гірсько-долинні вітри.

Внаслідок значних перепадів висот у Карпатах спостерігається вертикальна зміна природних умов. За особливостями ґрунтово-рослинного покриву на передкарпатських схилах розрізняють п'ять висотних поясів:

1) передгірний пояс мішаних хвойно-широколистих лісів і лук (до висоти 600 м), де на дерново-підзолистих ґрунтах ростуть мішані ліси з дуба, граба, ялиці, які чергуються з луками, часто розораними;

2) нижній гірсько-лісовий пояс (приблизно до 1100 м), який складається з букових та мішаних ялицево-смереково-букових лісів;

3) верхній гірсько-лісовий пояс (до 1 500 м), представлений смерековими та ялицево-смерековими лісами. В обох гірських лісових поясах переважають бурі гірсько-лісові ґрунти;

4) субальпійський пояс (1500 – 1800 м), де поширені криволісся та рідколісся з низькорослих сосни, вільхи, ялівцю, а також злаково-різнотравні луки;

5) альпійський пояс (вище 1800 м) з низьких чагарників і трав'яних лук.

Субальпійські й альпійські луки вкривають полонини, де поширені гірсько-лучні ґрунти. Субальпійські луки багатші за видовим складом, більш високорослі й густі.

1.2.2 Ґрунтовий покрив регіону Українських Карпат характеризується великою різноманітністю, що зумовлена кліматичними умовами, рельєфом місцевості, характером ґрунотвірних порід, заляганням ґрунтових вод та рослинним покривом. Переважну частину займає зона буроземних ґрунтів (площа понад 30 тис. км<sup>2</sup>) та включає: провінцію лугово-буроземних оглеєних ґрунтів Закарпатської низовини; зону буроземів опідзолених оглеєних Закарпатського передгір'я до 25-400 м; зону буроземно-підзолистих поверхнево оглеєних ґрунтів передгір'я до 300-500 м; зону гірсько-лісових буроземів до 500-1500 м; зону гірсько-лугових буроземів полонин з 1200-1500 м. Значно меншу частину території Карпатського регіону займають сірі лісові ґрунти і чорноземи. Для гірської частини Карпатського регіону характерна чітка вертикальна поясність ґрунтів, яка проявляється в закономірній зміні їх лісорослинних властивостей. При цьому спостерігаються виходи скальних порід, а переважаючим ґрунтами є суглинки з домішками щебню, гальки чи валунів.

Кожному з районів гірської частини притаманні свої геологічні та біокліматичні особливості, проте їх об'єднує ґрунтоутворюючий процес - кисле буроземоутворення, що протікає під широколистяними та хвойними лісами, високогірними луками (полонинами) в умовах теплого, помірного і холодного вологого клімату на достатньо дренованих породах. Гірські схили до висот 1200-1500 м вкриті бурими лісовими та дерново-буроземними ґрунтами. У верхній частині лісів невеликі площі займають гірсько-підзолисті ґрунти в комплексі з бурими лісовими. У поясі субальпійської рослинності зустрічаються гірсько-лучні та торф'янисто-підзолисті ґрунти. Перші характерні для субальпійських лук, другі – для соснового криволісся. Загалом у природному стані бурі лісові, дерново-буроземні, буроземно-підзолисті, дернові та сірі лісові ґрунти Карпатського регіону характеризуються відносно високою родючістю та забезпечують високу продуктивність лісових насаджень.

1.2.3 У Карпатах сформувалася найбільш густа річкова мережа в Україні. Головний карпатський вододіл розділяє басейни річок різних напрямків. На північ і північний схід течуть притоки Дністра – Стрий, Свіча, Тисмениця, Бистриця, Лімниця і притоки Дунаю – Серет та Прут із Черемошем, а на південь і південний захід – притока Дунаю Тиса, в яку впадають Тересва, Теробля, Ріка та ін. Долини карпатських річок пролягли здебільшого в поздовжніх міжгірних улоговинах і поперечних розломах хребтів. На схилах гір у долинах річок трапляються зсуви.

Всі річки мають стрімку течію. Головним джерелом їх живлення є атмосферні опади. Підземне живлення річок більшої частини території становить 10-20% і тільки для деяких районів до 50%. Для рік Карпат характерними є такі особливості: взимку, коли вони замерзають, переважає

підземне живлення; навесні, при таненні снігів - снігове; влітку і восени - дощове і підземне. Ріки відрізняються різким коливанням рівня води, який під час весняних повеней та літніх злив суттєво підвищується. Навесні і на початку літа внаслідок танення снігу в горах і великих злив на річках бувають повені і паводки. На рис. 1.3 показано руйнівну дію повені 2008 року на ріці Лімниця.



Рисунок 1.2 – Повінь на гірській ріці

Озер в Карпатах мало. Вони, як правило, невеликі за площею. Найбільшим з них є озеро Синевир площею 4,4 га, яке лежить на висоті майже 989 м і має глибину орієнтовно 20 м. На Свидовці та Чорногорі є близько 30 невеликих озер льодовикового походження. Глибокі озера утворилися у бічних кратерах згаслих вулканів Вигорлат-Гутинського хребта [4-9].



## 2 СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

### 2.1 Загальні положення

2.1.1 Глобальні за масштабами та глибокі за наслідками зміни довкілля турбують людство, оскільки стосуються проблеми умов існування суспільства, його добробуту, устрою держав та міждержавних відносин, які в боротьбі за блага, ресурси переростають у конфлікти, військові дії. Тисячолітня діяльність людини спричинила порушення функції екосистеми глобального планетарного рівня – біосфери та її складових компонентів (біоти, клімату, гідросфери, ґрунту, літології тощо), спричиняє серйозний економічний і соціальний вплив на всі аспекти людської діяльності. Вважалося, що одним із найстійкіших компонентів до негативного впливу людської діяльності, який здатний до швидкого відновлення та повернення у висхідне становище є атмосфера, зокрема її кліматична складова. Однак, у кінці ХХ столітті було зафіксовано суттєві кліматичні зміни, тренди, напрямки і швидкість яких виходить за рамки природних циклічних коливань, що підтверджується наступними фактами. З 1750 року (символічна дата початку промислової революції) концентрація вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) в атмосфері зросла на 47 відсотків, метану (CH<sub>4</sub>) на 156 відсотків і закису азоту (N<sub>2</sub>O) на 23 відсотки. У минулому такі великі зміни в атмосферних концентраціях цих газів відбувалися протягом тисяч, а не сотень років. Крім того, слід зазначити, що в 2011-2020 роках середня температура Землі була на 1,09°C вище, ніж у 1850-1900 роках, а рівень моря піднявся на 20 см.

Хоча причини таких змін викликають гострі дискусії, однак різнопланові наукові дослідження свідчать про те, що вклад антропогенного фактору тут значний. Тому приймаються на світовому рівні заходи щодо обмеження його негативного впливу та встановлення узгоджених політик розвитку людської спільноти [10,11]. Аспектам вирішення цієї проблеми присвячена колективна монографія відомих українських вчених [9]. В ній, на основі багаторічних польових і аналітичних досліджень, виконаних з використанням новітніх методик, висвітлюються причинно-наслідкові зв'язки між кліматичними змінами і реакцію на них біоти та подаються виважені та обґрунтовані пропозиції стосовно здійснення подальших заходів. Підкреслюється, що біота реагує на наявні зміни і може служити адекватним індикатором стану довкілля. Зазвичай, зміни проявляється на рівні поведінки популяцій і видів, трансформації ценозів і структур екосистем, що підтверджується скороченням популяцій чи їх зникнення, а також вимиранням видів в загрозливих обсягах. Підкреслюються зміни їх адаптивних властивостей, розширення екологічних ніш, збільшення

гібридних організмів. Широких масштабів набувають міграції видів із віддалених континентів, як правило з південніших у північніші широти, що свідчить про кліматичну причину вселення їх у природні ценози, зміну функціонування останніх. При цьому зміни на ценотичному рівні значно масштабніші, ніж на видовому.

В останні десятиліття ці згубні процеси в загрозливих масштабах спостерігаються і в гірських регіонах Це підтверджується наявністю невеликих масивів верхових боліт, великих площ трансформованих лісів, в яких корінні деревостани представлені вторинними, похідними, що є чутливими до патогенних збудників. Основними факторами кліматичного впливу на ліси є міграції і зміщення ареалу деревних порід, лісові пожежі, обезводнення лісових територій, шкідники і патогени, викиди вуглецю [12]. Яскравими і показовими прикладами руйнівного впливу негативних тенденцій кліматичних змін є всихання похідних ялиників, яке розповсюджене в багатьох лісових деревостанах регіону Українських Карпат, вітровали та часті прояви екстремальних паводків на головних ріках регіону (рис. 2.1, 2.2, 2.3).



Рис. 2.1- Процеси всихання ялинових насаджень в Бескидах





Рис. 2. 2- Знищена ділянки молодого лісу в результаті вітровалу в Горганах



Рис. 2.3 –Здійснення протируйнівних заходів під час паводку на річці Черемош

Руйнівна дія антропогенного фактору проявляється як на рівні екосистем, у яких порушуються цикли кругообігу речовин, аж до виснаження енергетичних запасів надземної біомаси та ґрунту, що є основою життя, так і підземних сховищ, які акумулювала планета протягом десятків-сотень мільйонів років у вигляді корисних копалин органічного походження. Такі втрати енергетичних запасів, що супроводжуються зміною структури ландшафтів, порушенням режиму й забрудненням водних запасів, втратою біорізноманіття, забрудненням атмосфери можуть призвести спричинити такий апокаліптичний стан, коли планета не здатна буде втримати рівновагу та відновлювати ресурси.

2.1.2 Зміни клімату в Україні також викликають занепокоєння. В останні два десятиліття середньорічна температура в Україні зросла на 0,8 °С порівняно з кліматичною нормою шістдесятих – вісімдесятих років минулого століття, а середня температура взимку – майже на 2°С. Останнє десятиріччя було найтеплішим за увесь період інструментальних спостережень за погодою. У зв'язку зі зміною клімату змінилося положення ізотерм. У 1991–2010 роках значення кожної ізотерми стало вищим на 1 °С майже на всій території України порівняно з попереднім періодом 1961–1990 роки. При цьому, зміни річної суми опадів є несуттєвими і складають 3–5%. Однак, при несуттєвих змінах річних сум опадів відбувся перерозподіл їх сезонних та місячних значень. Найбільші зміни спостерігаються восени (особливо у жовтні) коли відмічається істотне підвищення їх кількості (біля 20%). Взимку опадів стало дещо менше. Необхідно відмітити зміну їх структури, що відображається збільшенням кількості небезпечних і стихійних опадів, зростанням їх зливової складової, особливо в теплий період.

В Україні відмічається тенденція до збільшення повторюваності і тривалості періодів із високою температурою повітря (вище 25, 30, 35°С), що суттєво впливають на функціонування екосистем, а також здоров'я людини і її життєдіяльність. Підвищення температури повітря у теплий період спостерігається не лише біля земної поверхні, а й до висоти 5 км. Це призводить до збільшення інтенсивності конвекції, і, відповідно, повторюваності та інтенсивності таких явищ погоди, як грози, зливи, гради, шквали, смерчі. Ці явища іноді відмічаються у нетипові для них місяці і сезони, а також поширюються на території, де вони не спостерігались. Підвищення температури повітря у холодний період суттєво впливає на повторюваність та інтенсивність небезпечних і стихійних явищ погоди холодного періоду: снігопадів, налипання мокрого снігу, ожеледі. Загальне підвищення температури призвело до зменшення тривалості холодного періоду на 5–28 днів. Він починається на 5–14 днів пізніше і закінчується на 5–13 днів раніше. Відмічається також зменшення



тривалості стійкого снігового покриву. А в останнє десятиріччя у деяких регіонах він не утворюється зовсім [13,14].

2.1.3 Регіон Українських Карпат, розташований у центрі Європи, є особливо вразливим до наслідків зміни клімату, враховуючи його різноманітні екосистеми, включаючи ліси, гори та річки, а також залежність від цих ресурсів для його соціально-економічного розвитку. Кліматичні зміни спричиняють значні зміни температури, кількості опадів та структури водних потоків. В регіоні спостерігається загальне потепління. Для прикладу, за останні 40 років температура в районі Яблуницького перевалу зросла на  $2,4^{\circ}\text{C}$ , а кількість опадів знизилася на 117 мм. Для цього району тенденції середньомісячних змін температури та опадів впродовж 1979-2022 років показана на рис. 2.4.

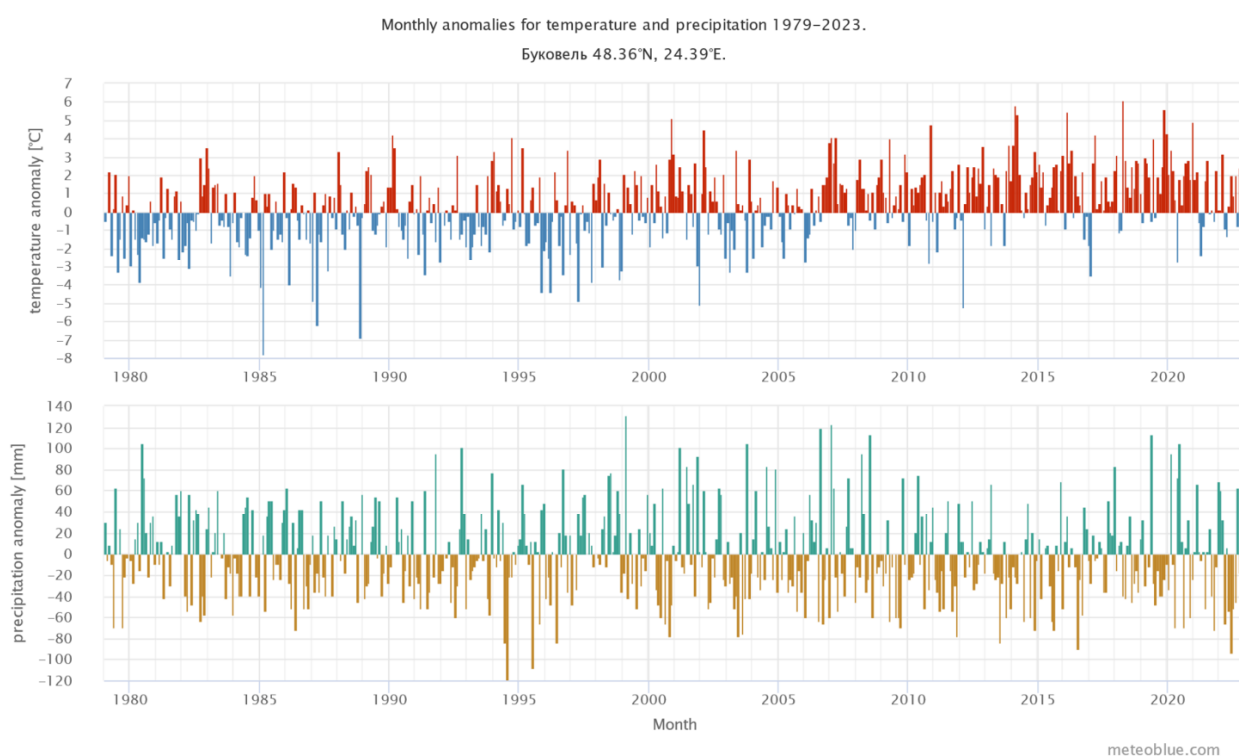


Рис. 2.4 - Середньомісячна зміна температури та опадів

Найвищі зміни температури відбуваються в літні місяці (червень, липень, серпень), а найнижчі - в зимові місяці (грудень, січень, лютий). Середньомісячне підвищення температури становить приблизно  $0,1-0,3^{\circ}\text{C}$  за десятиліття, з більш значним підвищенням на  $1,2-1,5^{\circ}\text{C}$  протягом літніх місяців. Найбільші зміни кількості опадів відбуваються у весняні місяці (березень, квітень, травень), а найменші - у літні місяці (червень, липень, серпень). Середньомісячне зменшення кількості опадів становить приблизно 2-3 мм за десятиліття, з більш значним зменшенням на 15-20 мм протягом літніх місяців. Такі зміни спричиняють обмеження в доступності водних ресурсів, а також накладають

обмеження на життєдіяльність місцевого населення та умови соціально-економічного розвитку Карпатського регіону, особливо в сільськогосподарському секторі та сфері рекреації і туризму. Крім того, кліматичні зміни впливають на природні екосистеми регіону, які вже перебувають під тиском людської діяльності [9,15].

## 2.2 Кліматичні зміни і ліси

2.2.1 Основними факторами кліматичного впливу на ліси є зміщення ареалу деревних порід, лісові пожежі, обезводнення лісових територій, шкідники і патогени, викиди вуглецю. При цьому, однією з найважливіших функцій лісів є їхня роль у формуванні та підтримці клімату. Ліси мають високу здатність врівноважувати (знижувати і підвищувати) температуру навколишнього середовища залежно від метеорологічних умов, наявності води та їх санітарного стану. Здорові ліси споживають більшу частину сонячного світла на випаровування води в процесі евапотранспірації, що знижує нагрівання поверхні та навколишньої атмосфери. У порівнянні з навколишнім сільськогосподарським ландшафтом здорові ліси мають високу випаровуваність і температуру поверхні нижче температури навколишнього повітря. Охолоджувальна дія лісів особливо проявляється в теплі дні. Вертикальний ярус деревостанів викликає температурну інверсію та дозволяє підтримувати вологість. Зелена рослинність може охолодити навколишній ландшафт щонайменше на 2-4°C. Тому важливим є дотримання принципу суцільного покриття, який в певній мірі має застосовуватися в процесі лісогосподарської діяльності.

Результати вчених свідчать, що наш ландшафт поступово прогрівається, випаровування з поверхні лісів, лук і пасовищ зменшується, які температура підвищується. Особливо це наочно в дрібних лісових масивах площею в десятки гектарів, які не можуть підтримувати власний клімат у ландшафті, що всихає. Вони схильні до дії абіотичних і біотичних факторів, внаслідок чого їхній енергетичний баланс, а значить і функції, що кондиціюють, істотно змінюються в порівнянні з нелісною рослинністю або сільськогосподарськими культурами. Опинившись в оточенні перегрітого та сухого навколишнього сільськогосподарського ландшафту, такі ліси всихають. Проте кліматична функція лісів значно погіршується після нашестя короїду, всихання деревостанів чи їх розчленування внаслідок рубок, влаштування трелювальних волоків і доріг. Від перегрітої поверхні повітря нагрівається та піднімається вгору. Нагріті ділянки «висмоктують» повітря з навколишніх більш вологих місцевостей, тобто з сусідніх ділянок лісу. В результаті ландшафт інтенсивніше осушується і

поступово викликає висихання територій, які до того не страждали від маловоддя [16-21].

2.2.2 Необхідно відмітити наявність ряду публікацій, що стосуються особливостей енергетичного балансу лісових територій, які викликані змінами земного покриву внаслідок людської діяльності. Вони проявляються у вигляді змін температури поверхні, що зумовлено співвідношенням евапотранспірації (випаровування) і нагрівання. В лісовому секторі це пов'язано із зменшенням евапотранспірації, в основному, за рахунок вирубування лісів, погіршення їх стану через хвороби і інвазію шкідників, нераціональне влаштування лісотранспортної мережі та неналежне її утримання, що призводить до зменшення випаровування, підвищення температури поверхні та нагрівання приземної атмосфери. Внаслідок відбувається висихання ландшафту та змінюються його кліматичні умови. Такі явища характерні і на територіях де прокладена густа мережа як автомобільних доріг, так і залізниць, що вимагає і висадження відповідних видів рослин для компенсації несприятливий впливу лінійних споруд, особливо у гірських регіонах [22-24]. Показовою в цьому сенсі є стаття чеських вчених із Мендельського університету (м. Брно, Чехія), де подано результати досліджень з оцінки зміни функцій кондиціонування лісових насаджень та сільськогосподарського ландшафту площею понад 300 км<sup>2</sup> за останніх тридцять років. При цьому спроможність лісових насаджень понижувати температуру ландшафту оцінювалась за різницею температури поверхні та повітря над насадженням. Встановлено, що середні значення різниці між температурою поверхні та растровою температурою повітря (кінець червня – липень) для чотирьох типів земного покриття (ліс, нелісові землі, орні площі, відкритий ґрунт) є суттєво більшими для останніх категорій вищенаведених земель. Цей показник на протязі трьох десятиліть зростає для всіх відзначених типів поверхні. Встановлено також, що процес знеліснення призводить до потепління ґрунту як вдень, так і вночі на гірських водозборах в помірному кліматичному поясі. Спостерігається суттєвий вплив сухих перегрітих ділянок ґрунтової поверхні на висушування ландшафту, тому що волога виноситься висхідним потоком нагрітого повітря [25-27].

## 2.3 Основні заходи протидії кліматичним змінам

2.3.1 Зважаючи на загрози, спричинені зміною клімату, Україна в числі більшості країн світу приєдналася до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату та Паризької угоди, довготерміновими цілями яких є стримування зростання глобальної середньої температури значно нижче 2°C понад доіндустріальних рівнів і докладання зусиль з метою обмеження зростання

температури до 1,5°C понад до індустріальних рівнів та впровадження механізмів мінімізації пов'язаних з кліматичними змінами ризиків. Однією з першочергових глобальних цілей, визначених Паризькою угодою, є посилення адаптаційної спроможності, зміцнення опірності та зниження вразливості до зміни клімату основних сфер життєдіяльності людини та природних комплексів. Забезпечення якісного вирішення цих завдань передбачено рядом законодавчо-нормативним документам та програмами дій. В цьому контексті потрібно відмітити прийняту в Україні «Стратегію екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року». Поряд з іншими, в ній передбачено такі цілі, що прямо чи опосередковано стосуються лісового сектору:

- забезпечення раціонального використання природних ресурсів;

- досягнення «доброго» екологічного стану вод;

- забезпечення сталого лісоуправління та підвищення здатності лісових екосистем адаптуватися до зміни клімату;

- підвищення ефективності державної системи оцінки впливу на довкілля та державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища;

- збереження біорізноманіття та забезпечення розвитку природно-заповідного фонду в Україні;

- посилення адаптаційної спроможності та стійкості соціальних, економічних та екологічних систем до зміни клімату;

- підвищення обізнаності представників центральних і місцевих органів державної влади та органів місцевого самоврядування, які уповноважені на прийняття рішень у сфері навколишнього природного середовища, з питань пом'якшення та адаптації до зміни клімату [28-31].

3.2.2 Необхідно констатувати, що сучасні практики лісоуправління базуються на довготривалому досвіді розвитку лісів в минулих кліматичних умовах. Тому, лісові менеджери повинні прийняти як керівництво до дій той факт, що кліматичні зміни суттєво вплинуть на ліси та населення, яке проживає в районах їх розташування. В певній мірі, методи ведення лісогосподарської діяльності на принципах сталого розвитку, які відображені в багатьох літературних джерелах та нормативних документах, враховують окремі аспекти необхідних дій в період негативних тенденцій кліматичних змін. Однак, на часі актуальним є підготовка і виконання відповідних заходів як на високому рівні (державному, регіональному), так на рівні конкретних завдань для лісових підприємств. Такі заходи мали би бути спрямовані на зменшення негативного впливу зміни клімату на лісові деревостани, виконання ними різноманітних екосистемних і продуктивних функцій, забезпечення належної якості гірських водозборів тощо. При їх запровадженні доцільним є застосування таких двох



способів як пом'якшення кліматичних змін, так і адаптацію до них. Ці два взаємопов'язані способи полягають в наступному:

- пом'якшення це зменшення впливу діяльності людини на зміну клімату завдяки скороченню викидів парникових газів (в основному у сфері виробництва та транспортування енергії) або завдяки їх поглинанню рослинністю;

- адаптація це пристосування природних та антропогенних систем до фактичних чи очікуваних впливів зміни клімату з тим, щоб зменшити шкідливі впливи або збільшити можливості отримання переваг від зміни клімату.

Застосовувані заходи можна поділити на такі категорії: не інвестиційні, технологічні і природні (зелені, включно із використанням водних елементів). При цьому, враховуючи характер і місцезнаходження об'єктів лісогосподарської діяльності, для ефективного застосування пом'якшувальних та адаптаційних заходів важливим є активне залучення місцевих органів влади та громадян.

Загально відомо, що використання деревини та виробів з неї приносить вагому користь як з точки зору пом'якшення негативних наслідків зміни клімату, так і сприяння сталому розвитку. В останні десятиліття спостерігаються світові тенденції розширеного застосування деревини в різних галузях економіки. Це підкреслює необхідність вдосконалення процесів лісокористування, як єдиного шляху отримання деревини, та подальшого збільшення обсягів її заготівлі [32-35]. В цьому аспекті, в розрізі сфери лісокористування, рекомендується першочергово забезпечувати ефективне планування на всіх етапах лісозаготівлі (підготовчі, лісосічні роботи транспортування деревини) застосування природозберігаючих технологій і систем машин, а також вдосконалення лісової інфраструктури, особливо лісотранспортної мережі [36,37].

## 3 ПРИРОДНО-ВИРОБНИЧІ УМОВИ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ

### 3.1 Лісовий фонд і його використання

3.1.1 Українські Карпати розташовані в оптимальній для лісових формацій частині Середньоєвропейської широколистяно-лісової зони, що сприяє росту найпродуктивніших в Європі мішаних (в складі ялиці, смереки і бука) лісів. Ліси регіону складають понад п'яту частину всіх лісів України і є однією із найбільших лісосировинних баз нашої держави, виконуючи надзвичайно важливу ґрунтозахисну й водорегуляційну роль. Тут зосереджено більше половини стиглих і перестиглих насаджень України, а також унікальні деревостани та відносно великі площі пралісів, на базі яких створено ряд природоохоронних установ і об'єктів. В порівнянні з лісовим фондом України, карпатські ліси характеризуються більш цінним і різноманітним складом деревних порід, а також вищою продуктивністю насаджень, до складу яких входять такі цінні породи: дуб скельний, бук європейський, явір, ялиця біла, сосна кедрова європейська, модрина польська та інші. Найціннішими є насадження природного походження зі складною будовою, склад і структура яких відповідають типу лісу.

Лісові екосистеми, що складають понад 40% площі цієї гірської території, на сучасному етапі у стосунках людини з навколишнім середовищем відіграють основну роль стабілізуючого фактору життєдіяльності не тільки в регіоні, а й в сусідніх державах. Загальна площа лісового фонду чотирьох областей Карпатського регіону становить близько 2,3 млн. га. Запас досягає 450 млн. м<sup>3</sup>, при зміні середнього запасу на 1 га від 5 м<sup>3</sup>. Ліси Карпатського перебувають у підпорядкуванні більше десяти різних відомств. Тут функціонує два заповідники та одинадцять національних природних парків. Потрібно відмітити, що в останні роки простежується тенденція збільшення площі лісів з обмеженим режимом користування. Поділ лісів за функціональним призначенням, а також сучасні підходи щодо виділення об'єктів природно-заповідного фонду, в якому зосереджена значна частка природних деревостанів, є недостатньо досконалими та гармонізованими з відповідними міжнародними критеріями і вимогами. В умовах зміни клімату та зростання техногенного тиску це не створює умови для сталого розвитку лісового господарства і формування високопродуктивних лісів, які ефективно виконують різноманітні екологічні функції, й призводить до активізації процесів ослаблення та всихання лісів.

Лісове господарство відіграє значну роль в економіці регіону та є сектором економіки, що визначає рівень добробуту сільського населення. Тому основою лісокористування має бути застосування принципів наближеного до природи

лісівництва, що дозволить уникнути знеліснення та забезпечити збереження і підвищення багатофункціональності лісів у відповідності до сучасних вимог суспільства.

3.1.2 Найбільша площа лісового фонду (орієнтовно 70%) є у відданні Держлісагентства. Тому нижче подані показники будуть стосуватися лісів підпорядкованих цьому відомству. Домінуючими породами в регіоні є ялина європейська (42,6%) і бук лісовий (41,9%). Третя за площею порода - ялиця біла займає 9,1%, а інші деревні види – 6,4%. За функціональним призначенням ліси поділяються на чотири категорії, площі яких в процентному відношенні становлять: експлуатаційні – 46%, захисні – 27,4%, природоохоронні – 17,3% і рекреаційно-оздоровчі – 9,3%. Розподіл площ лісів за групами віку характеризується істотною нерівномірністю та розбалансованістю. Це пов'язано із негативним наслідком надмірних рубок в минулому, що призвело до такої вікової структура лісів регіону, де 49% середньовікові, 17% молодняки, 14% - пристигаючі і 20% стиглі і перестійні деревостани. Це свідчить про необхідність переорієнтації на ефективне використання середньовікових і пристигаючих деревостанів усіх головних порід.

Динаміка середнього віку і лісистості в Українських Карпатах за більш ніж півстоліття показує стійкі тенденції підвищення віку деревостанів, а також збільшення лісових площ (рис. 3.1). Відбувається поступове старіння лісів, що призводить до ослаблення насаджень, особливо тих, в яких господарська діяльність є обмеженою. Додатковим негативним фактором є те, що обсяги початкових рубок догляду (освітлень і прочищень) унаслідок недостатнього фінансування зменшилися. Це часто зумовлює небажану зміну порід і не сприяє формуванню стійких насаджень.

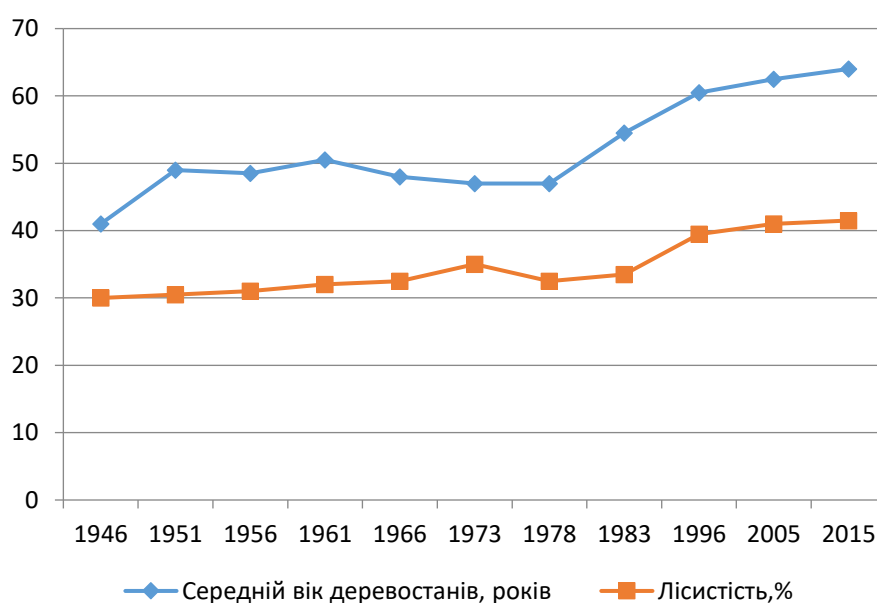


Рисунок 3.1— Динаміка середнього віку деревостанів і лісистості

Спостерігається також стійка тенденція зростання запасів деревини в Карпатському регіоні, яка представлена на рис. 3.2. Треба відмітити, що така ситуація є характерною для всіх українських лісів.

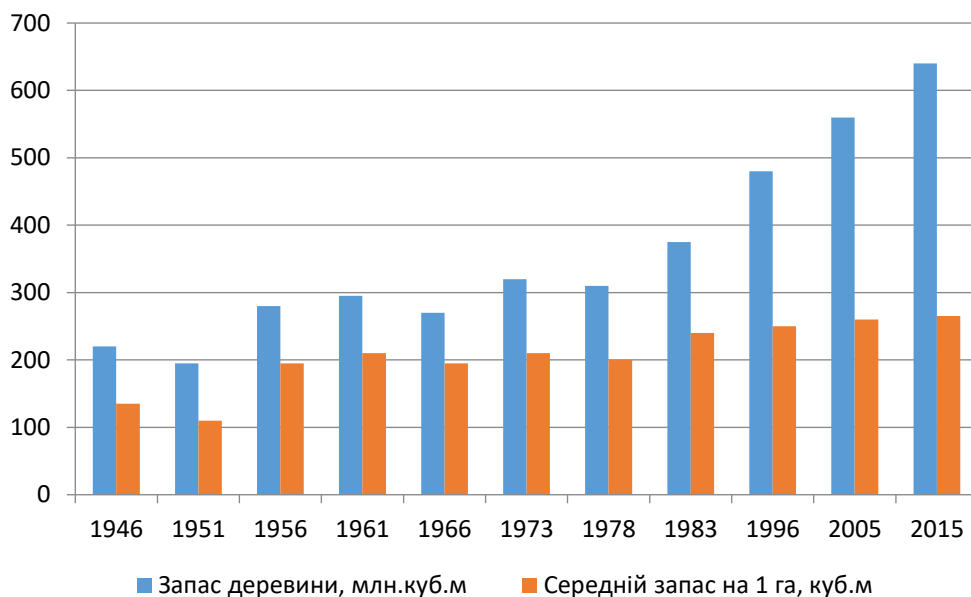


Рисунок 3.2 - Динаміка запасів стовбурної деревини

Потенціальні запаси і можливості карпатських лісів великі і, на думку спеціалістів та міжнародних експертів, використовуються не достатньо. Використання приросту є нижчим в порівнянні із країнами Європи, де цей показник складає 70-80%. Це підтверджується рівнем використання середньої річної зміни запасу. На рис. 3.3 подана динаміка обсягів загального приросту, величини розрахункової лісосіки та обсягів рубок головного користування.

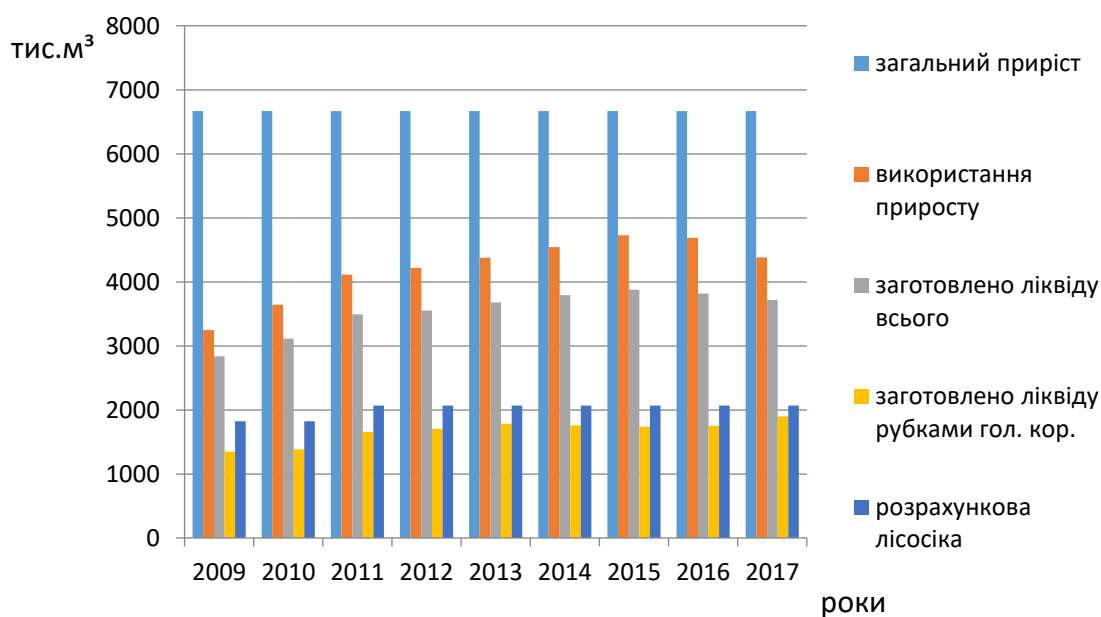


Рисунок 3.3 - Загальна середня річна зміна запасу і його використання



Частка деревини заготовленої рубками головного користування в останнє десятиліття становила менше половини від загального обсягу заготівлі. Решта заготовлюється рубками формування і оздоровлення лісів. За системами рубок домінують суцільні рубки.

В другій половині минулого століття лісові насадження створювались переважно штучним шляхом і частка культур у структурі молодих лісів складала 95 %. Лише в останні десятиліття у практиці лісовідновлення спостерігається прагнення знизити рівень штучного відновлення свіжих зрубів за рахунок раціонального використання життєздатного природного поновлення. Тому спостерігається чітка тенденція збільшення частки природного відновлення суцільних зрубів [35, 38-41].

### 3.2 Особливості лісозаготівлі в гірських лісах

3.2.1 Для лісових територій Карпатського регіону характерним є невисокий рівень транспортної доступності, що пов'язано з низькою густотою автомобільних доріг, в тому числі лісових. Її густота в 4-7 разів менша ніж в країнах Східної і Центральної Європи. Лісові площі, де густота доріг перевищує 1 км на 100 га складають менше 2% площ лісового фонду. Майже 65% лісів мають густоту доріг до 0,6 км на 100 га. Крім того, шляхи для перевезення деревини, які використовуються лісовими підприємствами мають невисокий технічний стан. Спостерігається наявність значної кількості лісових проїздів, протяжність яких в окремих лісових підприємствах становить близько половини від усіх доріг. У характері розташування, ступені капітальності і технічному стані лісових автодоріг і проїздів існують суттєві відмінності. Лісові автодороги мають вищу частку протяжності ділянок із задовільним технічним станом (близько 80%) і значну кількість капітальних мостів, в тому числі із застосуванням залізобетонних конструкцій. Для них характерне влаштування дорожнього одягу перехідного типу. В останні десятиліття збільшується протяжність лісових автодоріг за рахунок нового будівництва, переважно на гірських схилах із застосуванням методів ландшафтного проектування. Лісові проїзди характеризуються значно нижчою капітальністю. На більшій частині їхньої протяжності влаштовано дорожній одяг нижчого типу або відсутній зовсім. На переходах через водотоки збудовано дерев'яні або комбіновані мости, дерев'яні елементи яких не обробляються антисептиками. Лише близько половини лісових проїздів мають задовільний технічний стан, а частка проїздів, не придатних до експлуатації, досягає четвертини їх загальної довжини. Також переважна більшість мостів на лісових проїздах мають незадовільний технічний стан. Ділянки з радіусом кривих менше допустимого, з проявами зсувних

процесів чи періодично затоплюваних, становлять близько 20% від загальної протяжності лісових проїздів. На лісових проїздах питома кількість бродів є приблизно в три рази більшою, ніж на лісових автодорогах. Незважаючи на відсутність в нормативних документах, які регламентують проектування, будівництво та експлуатацію лісових шляхів, терміну «лісові проїзди», вони складають вагомий частку транспортної інфраструктури у лісах України [42-44].

Відсутність розвинутої мережі лісових автодоріг унеможливує досягнення ефективного використання лісових ресурсів і забезпечення високої продуктивності лісових машин, а також засобів, призначених для виконання заходів з охорони та захисту лісу. В першу чергу це відноситься до екстремальних подій (шкідники і хвороби деревостанів, лісові пожежі тощо), які повинні локалізуватися в найкоротші строки із використанням сучасних засобів та безпечних методів виконання робіт. Особливо актуальним для України є вирішення проблеми ефективної організації гасіння лісових пожеж, тенденція утворення яких як за кількістю, так і за площею свідчить про наявність реальних загроз виникнення великих пожеж в лісах [45].

3.2.2 Мала густина доріг та їх низький технічний стан не сприяє підвищенню культури лісогосподарського виробництва, рівня використання лісових ресурсів, покращенню соціально-гігієнічних умов праці лісових робітників. Крім того, створюються труднощі для широкого запровадження вибіркового методу рубок, а також сучасних технологій лісозаготівлі і систем природозберігаючих лісових машин. Така ситуація призводить до переважного застосування суцільних методів рубок та наземного способу первинного транспортування деревини із використанням гусеничних та колісних тракторів і гужового транспорту, якими транспортується понад 90% заготовленої деревини. Не розвинута мережа лісових доріг зумовлює значні віддалі трелювання деревини, які в ряді випадків можуть досягати двох і більше кілометрів, що в 3-5 разів перевищує оптимальні значення. Через те в лісах широко розповсюджені трелювальні волоки різного виду (магістральні, пасічні першого і другого порядку), що влаштовуються для проведення лісосічних робіт і відрізняються місцем розташування на лісосіці чи за її межами. В гірських лісах вони будуються, переважно, для застосування гусеничних трелювальних тракторів і мають достатньо великі поздовжні ухили. Необхідно відмітити, що процес збору деревини на лісосіці та подальше її транспортування до верхнього складу, як правило, спричиняють значно більший вплив на лісове середовище, ніж безпосередньо сам спосіб рубки.

Впродовж тривалого часу застосування наземного трелювання деревини в регіоні Українських Карпат сформувалася широка мережа тракторних трелювальних волоків різної тривалості експлуатації, розгалуженості та рівня безпеки щодо утворення і розвитку на них ерозійних процесів. Окремі з них,

особливо ті, які розташовані на стрімких ділянках схилів чи мають великі поздовжні ухили, тривалий час продовжують бути потенційними джерелами формування ерозії ґрунту та рідкого стоку при інтенсивних опадах чи сніготаненні. Вигляд одного з гірських схилів, на якому в різні періоди проведені лісосічні роботи, поданий на рис. 3.4.



Рисунок 3.4 – Загальний вигляд мереж трелювальних волоків на гірських схилах

3.2.3 При наземному трелюванні деревини через необхідність попереднього влаштування різного виду волоків (магістральних та пасічних першого і другого порядку) та виконання робіт з переміщення деревини по площі лісосіці відбувається порушення ґрунтової поверхні. В гірських умовах волюки на лісосіці займають, в середньому, 8% її загальної площі. А об'єм ерозії на трелювальних волоках досягає 70% від загального об'єму ерозії на всій лісосіці. Із врахуванням волоків середній об'єм ерозії ґрунту при використанні гусеничних і колісних трелювальних тракторів залежить від крутизни схилів і знаходиться в межах 240-260 м<sup>3</sup>/га. В окремих випадках об'єм ерозії на лісосіках може досягати і 500 м<sup>3</sup>/га.

На протязі тривалого періоду ділянки, зайняті волоками, являть собою відкриту ґрунтову поверхню, через повільне заростання трав'яною чи лісовою рослинністю, а у випадку великих поздовжніх ухилів, на них часто розвиваються довготривалі ерозійні процеси. При цьому, частина зрубу, де проходять

трелювальні волоки, (до 10% і більше загальної площі) на досить тривалий час втрачає як репродуктивні, з позицій відновлення деревостану, так і ґрунтозахисні властивості. Крім того, змив лісового ґрунту з гірських схилів і трелювальних волоків, як правило, супроводжується утворенням наносів, які потрапляючи в водотоки, погіршують якість води і можуть викликати незворотні зміни в структурі біоценозів, їх різноманітності і темпах відтворення популяцій водних організмів. Особливо уразливими в ерозійному відношенні є магістральні волоки, які при низькій густоті лісових автодоріг експлуатуються тривалий час, набираючи згодом форм лінійних виїмок або ярів (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 - Магістральний волок в лісовому масиві

Лінійна природа волоків і проїздів, а також переважне їх прокладання з великим ухилом, призводить до того, що їхній вплив на гідрологічний режим території є значно більший ніж від знеліснення території, яку вони займають. Одним із недоліків застосовуваної мережі трелювальних волоків є відсутність, в ряді випадків, раціональних схем їх розташування на території лісового фонду. Часто магістральні волоки, які зазвичай мають більшу довжину ніж рекомендується при застосуванні трелювальних тракторів, влаштовуються безсистемно, інколи поруч один з одним, або перетинаються. Ще однією особливістю є надзвичайно густа мережа пасічних трелювальних волоків, віддаль між яким в багатьох випадках не перевищує 60 м (рис. 3.6). При цьому, спостерігається значна кількість волоків, віддаль між якими становить менше 20



м, а інколи і 10-15 м, що не є необхідним при використанні спеціальних трелювальних тракторів України [46-49].



Рисунок 3.6 - Мережа трелювальних волоків на гірському схилі

Необхідно підкреслити, що лісовими підприємствами Карпатського регіону започатковані заходи, спрямовані на вдосконалення технологічних процесів лісозаготівлі завдяки запровадженню природозберігаючих технологій на базі нових систем лісових машин. Для прикладу, застосування на лісосічних роботах на гірських схилах колісних трелювальних тракторів із довгодистанційними лебідками, мобільних канатних лісотранспортних установок та сучасної техніки (харвестер + форвардер) для машинної заготівлі деревини істотно зменшує вплив на лісове середовище, чим знижуються вразливість та покращується стійкість деревостанів. На рис. 3.7 представлено процес трелювання деревини одним з п'яти сучасних колісних тракторів з довгодистанційними лебідками, які працюють на лісозаготівлі в Карпатах. На рис. 3.8 подано робочий момент завантаження колод на платформу форвардера, який транспортує деревину в навантаженому стані, рухаючись по пасічному волоку встеленому лісосічними рештками [50,51].





Рисунок 3.7 - Транспортування стовбурів колісним трелювальним трактором



Рисунок 3.8 - Використання сучасного форвардера на лісосічних роботах

## 4 ЛІСОВІ ДОРОГИ ОСНОВА ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

### 4.1 Значення і роль лісових доріг

4.1.1 Екосферна роль лісу є загально визнаною і особливо виразно проявляється в гірських умовах, де дія сукупних природних чинників найбільш виражена. Тому, перший пункт Віденської декларації, прийнятої в квітні 2003 року, відзначає, що «...Ліси є основою життя на Землі. Підтримуючи ліси ми підтримуємо життя земної цивілізації ...» [52]. В цьому контексті необхідно здійснити переоцінку поглядів на взаємини між людиною і лісом - важливим ресурсно-природоохоронним складником біосфери. У висновках і стратегічних заходах, прийнятих на XIII Світовому конгресі з питань лісового господарства, (Буенос-Айрес, 2009), підкреслюється, що ліси є безцінним надбанням людства, що надає засоби до існування для мільярдів людей, допомагаючи досягненню екологічної стійкості, а також служить джерелом соціальних і духовних благ для народів, громад і націй. Завдяки сталому управлінню ліси можуть сприяти скороченню масштабів бідності, збереженню біорізноманіття, наданню широкого спектра товарів і послуг в інтересах нинішнього і майбутніх поколінь в контексті зміни клімату.

Запровадження сталого розвитку лісової галузі, що займає близько 16% території України, є однією із найбільш істотних проблем, які слід розв'язувати на сучасному етапі соціально-економічних трансформацій українського суспільства. Головним завданням лісових підприємств є забезпечення безперервного і невиснажливого використання лісових ресурсів та задоволення потреб народного господарства і населення в деревині. При цьому має бути досягнуто розширене відтворення і поліпшення породного складу та якості лісів, а також забезпечення підвищення їх продуктивності. Сучасне багатофункціональне лісівництво ґрунтується на таких природоохоронних засадах:

- розумінні лісу як природної екосистеми, що використовується без надуживання, зберігаючи свою цілісність і відновлюваність, стійкість і життєвість;

- управлінні лісами і їх використанні так і з такою інтенсивністю, що забезпечується їх природне біорізноманіття, висока життєздатність, продуктивність, здатність до відновлення;

- можливість виконувати лісом, зараз і в майбутньому, екологічні, економічні і соціальні функції на місцевому, національному і глобальному рівнях [39, 53].

Одним із аспектів вирішення цієї складної і надзвичайно актуальної для держави проблеми є запровадження природозберігаючих технологічних процесів, основаних на застосуванні сучасних систем лісових машин, які істотно знижують трудомісткість лісогосподарських робіт, забезпечуючи високу продуктивність праці і, що особливо важливо, повністю замінюють тяжку і небезпечну, тому й не престижну, працю лісових робітників [37,54]. При цьому необхідно відмітити, що виконання комплексу лісогосподарських і лісозаготівельних робіт із використанням сучасної природозберігаючої техніки вимагає наявності розвинутої дорожньої мережі в лісових масивах. За її відсутності є неможливим досягнення ефективного багатоцільового використання і відтворення лісових ресурсів та забезпечення високої продуктивності дороговартісної техніки, а також засобів, призначених для виконання заходів з охорони та захисту лісу. Крім того, в лісових масивах спостерігається розповсюдження трелювальних волоків, які є невід'ємною частиною організаційної структури транспорту лісу і, зазвичай - осередками ґрунтової ерозії. Їх розташування на лісових територіях, методи будівництва і способи організації та експлуатації визначають лісівничу, екологічну і економічну ефективність технології розробки лісосік.

4.1.2 Лісозаготівля та пов'язаний з нею транспорт деревини є ключовими елементами лісогосподарського процесу, що мають велике значення не тільки для лісової галузі, а й стимулюють загальний розвиток лісових районів. Важливою ланкою цього процесу є мережа лісових автодоріг, яка об'єднує різні їх типи, по яких відбувається переміщення вантажів та лісових машин, що забезпечують виконання цілого ряду лісогосподарських робіт. Це підтверджується високими капітальними затратами на її влаштування, які складають більше половини загальних витрат на створення лісозаготівельного підприємства, а також позитивним впливом лісотранспортної мережі на підняття лісівництва на вищий ступінь [55,56]. Крім того, лісові автодороги відіграють важливу роль в розвитку загальної економіки району їх розташування, забезпечуючи доступ до лісових масивів і прилеглих до них сільськогосподарських угідь, а також транспортний зв'язок між підприємствами, організаціями та населеними пунктами, розташованими в зоні дії таких доріг. Завдяки лісовим дорогам покращуються умови проживання населення в лісистих районах та в певній мірі забезпечує його зайнятість. Розвинута транспортна мережа позитивно впливає на обсяги перевезень автомобільним транспортом, сприяє створенню, розширенню і подальшому розвитку різноманітних галузей народного господарства. Через транспортну доступність до населених пунктів суттєво покращується медичне обслуговування та охорона здоров'я, підвищується рівень освіти.

Характерно, що у розвинутих країнах в будівництво і експлуатацію доріг вкладають 3-4% коштів від загального національного прибутку. У зв'язку з цим, транспортна мережа розглядається як складова частина комплексного розвитку певної території. Розширення мережі доріг позитивно впливає соціально-економічний розвиток даної території. Встановлено, що за рахунок місцевих доріг кількість автобусних сполучень збільшується в 10 разів, міграція сільського населення зменшується в 1,15 рази, покращується загальноосвітній рівень в 1,65 рази, культурний рівень в 2 рази, а товарообіг в 2,3 рази. Відзначається певний взаємозв'язок між показниками забезпеченості автомобільними дорогами та загальними показниками розвитку рекреації і туризму. В умовах високого транзитного потенціалу, яким володіє Україна, розвиток лісотранспортної мережі сприятиме покращенню доступу до цінних і унікальних різноманітних природних, історичних і культурних об'єктів, що дозволить створити умови для збільшення потоків як вітчизняних, так і іноземних туристів. Наявність та стан автодоріг впливає на туристичну привабливість та активність, а також формування загального та туристичного іміджу нашої держави [57-61]. Існує залежність таких основних чинників як комплексний виробіток, собівартість трелювання, вихід ліквідної деревини та її заготівля з одного гектара лісової площі від густоти лісових доріг. Із збільшенням густоти автодоріг комплексний виробіток, вихід ліквідної деревини та обсяги заготівлі з 1 га зростають, а вартість трелювання знижується [62].

Розвиток мережі лісових доріг також позитивно впливає на стан лісових водозборів завдяки зменшенню обсягів вантажної роботи на первинному транспортуванні деревини, особливо на магістральних трелювальних волоках. Це відображено в «Рекомендаціях з класифікації стану водозбору для Українських Карпат», розроблених під егідою ГО «ФОРЗА» в рамках міжнародного проекту за сприяння Лісової служби США, а також в нормативному документі Міндовкілля України стосовно оцінки впливу лісгосподарської діяльності на водозбори гірських лісів [63-65].

Тому, одним із основних і актуальних методів підвищення ефективності лісового сектору України, а також створення умов для запровадження його сталого розвитку, є створення оптимальної мережі лісових доріг. Це дозволить зменшити віддалі первинного транспортування деревини і продуктів лісу, спростити технологію лісозаготівлі та забезпечити застосування природозберігаючих систем лісових машин.

4.1.3 Питання наявності та якості лісової транспортної інфраструктури є актуальним не лише для України. Зарубіжними вченими наголошуються питання важливості і необхідності влаштування раціональної мережі лісових автодоріг як основи для ефективного лісоуправління [66]. Також в рамках Карпатської



конвенції прийнято “Стратегічний план дій для впровадження Протоколу про стале управління лісами”, де, поряд із іншими завданнями, передбачена мета 9 «Покращення лісотранспортної інфраструктури гірських лісів» [67-69]. В ній передбачено вжити заходи:

- стосовно будівництва нових лісових автодоріг в гірських лісах, де це є необхідним та покращення технічного стану наявних;

- щодо оптимізації способів первинного транспортування деревини.

Крім того, в останні роки піднімається питання щодо особливостей планування, будівництва та утримання дорожньої мережі в лісових масивах з урахуванням можливостей гасіння лісових пожеж [70]. Особливо, варто відмітити наявність практичних рекомендацій, спрямованих на облаштування якісної лісотранспортної мережі та належне її функціонування із забезпеченням мінімального впливу на лісове середовище [71,72]. Найпоказовішою у цьому відношенні є Лісова служба США, де практично для кожного регіону наявні посібники з кращих практик лісокористування, обов’язковим елементом яких є вимоги до раціонального будівництва і утримання лісових автодоріг, з урахуванням аспектів функціонування і забезпечення якості лісових водозборів [73-80].

В США в 2016 році прийнято нормативно-правовий акт, який регламентує порядок проведення інвентаризації лісових автодоріг та нанесення їх розташування на відповідні карти. Процес інвентаризації і картографування не лише включає постійну роботу відповідних фахівців, але й врахування отримуваних публічних коментарів стосовно стану лісових доріг. На теперішній час наявна інформація про тисячі миль як експлуатованих, так і закритих лісових автодоріг. У результаті виконання вимог згаданого закону інформація про 89% таких доріг є доступною [81-83]. Роботи в напрямку вирішення проблеми отримання достовірних даних стосовно розташування і технічних параметрів лісових доріг започатковані і в Україні. Опрацьовані відповідні методики, а також з використанням сучасних методів дистанційного зондування Землі створені для ряду лісових підприємств Карпатського регіону геоінформаційні системи лісових автодоріг. Їх практичне застосування підтверджує необхідність подальшого розширення таких робіт [84-87].

4.1.4 На основі аналізу наявної інформації можна стверджувати, що лісові автодороги мають значення не тільки для забезпечення процесів лісокористування, відновлення, охорони і захисту лісу, а й для загального розвитку регіону, створення нових робочих місць, покращення умов роботи і проживання населення, формування позитивного іміджу нашої країни. Наявність оптимальної мережі лісових автодоріг, в певній мірі, свідчить про цивілізованість



держави [60,69,88]. Завдяки розвинутій мережі лісових доріг досягаються наступні економічні ефекти:

- в області лісозаготівлі найбільшу економію отримують в результаті скорочення відстані трелювання. Також у процесі лісосічних робіт, у результаті скорочення відстані між лісосіками і розташованими вздовж лісових доріг навантажувальними майданчиками, досягається оптимізація використання систем машин і підвищується продуктивність праці;

- завдяки високій якості лісових доріг робота на лісозаготівлі і вивезенні деревини не переривається протягом усього року, включаючи періоди з великою кількістю дощових опадів та сніготанення;

- створюються умови для зниження проявів «транспортної втоми» лісових працівників в процесі переїздів до місць роботи і назад;

- забезпечується ритмічна робота лісових підприємств, ефективне використання виробничого і людського потенціалу;

- досягається зменшення витрат за рахунок зниження перевитрат палива і запасних частин, зношування автомобільних шин, оптимізація витрат на складування заготовленої деревини;

- значна економія досягається за рахунок збереження високої якості круглих лісоматеріалів (на переробку надходить свіжа і неушкоджена деревина);

- економія досягається на різних етапах проведення робіт в області лісовідновлення, догляду за молодняком та інших лісівничих заходів;

- витрати на автотранспорт скорочуються, тому що досить розвинена мережа доріг дозволяє вибрати більш короткий маршрут;

- при скороченні витрат на виробництво деревини та доставку зменшуються і загальні витрати, підвищується продуктивність праці;

- лісові дороги можна використовувати також і в інших господарських цілях;

- в зв'язку з тим, що ліси стають все більше бажаним місцем лісових екскурсій, у районах з розвинутою туристичною інфраструктурою лісові дороги виконують рекреаційні функції;

- лісові дороги мають важливе значення в організації захисту лісу від пожеж та діяльності рятувальних служб;

- знижуються витрати на усунення проявів ерозійних процесів та покращуються умови функціонування лісових водозборів.

## 4.2 Державна стратегія розвитку лісової транспортної інфраструктури

4.2.1 Для визначення тенденцій розвитку лісової транспортної інфраструктури нами проведений аналіз державних підходів до вирішення

проблеми вдосконалення мережі лісових доріг в Україні, який показує наступне. За роки незалежності України першим документом в цьому напрямку стала затверджена Постановою КМУ в 1989 році “Програма будівництва лісових доріг і впровадження природозберігаючих технологій лісозаготівель у гірських умовах Закарпаття”, яка була підготовлена після катастрофічного паводку кінця 1998 року і в певній мірі ставила завдання відновлення зруйнованої дорожньої мережі в лісах та виконання заходів із запобігання таких паводків в майбутньому [89]. Головною метою цієї програми стало визначення основних напрямів збалансованого розвитку лісового господарства, спрямованих на посилення екологічних, соціальних та економічних функцій лісів. В ній відзначалося, що одним із шляхів досягнення вищезгаданої мети є удосконалення лісової транспортної інфраструктури. Завдання цієї програми, обсяги фінансування якої встановлювалися щорічно, були, в певній мірі досягнуті, особливо ті, що стосувалися відновлення зруйнованих ділянок лісових доріг. Дія програми урядовим рішенням прикорочена в 2003 році.

В 2000 році, як реакція по наслідках паводку 1988 року, було прийнято Закон України «Про мораторій на проведення суцільних рубок у гірських ялицево-букових лісах Карпатського регіону», яким, поряд із встановленням ряду обмежень на проведення рубок у високогірних лісах, у лісах у лавинонебезпечних та селенебезпечних басейнах та в берегозахисних ділянках лісу, передбачено необхідність суттєвого збільшення кількості лісових автодоріг. У відповідності із цим законом густота дорожньої мережі в лісах Карпатського регіону на протязі десятиріччя повинна були зрости до 1км на 100 га, тобто більше ніж у 2 рази [90]. Черговим урядовим документом стала «Державна програма «Ліси України» на 2002-2015 роки», в якій передбачалися, поряд з іншими завданнями, обсяги будівництва, капітального ремонту, реконструкції і відновлення лісових автодоріг вже для чотирьох областей Карпатського регіону, як території найбільш вразливої в паводковому відношенні [91]. Нею планувалося виконати роботи на понад 1000 км лісових доріг в 2003 році, з подальшим поступовим зменшенням річного обсягу дорожньо-будівельних робіт до 530 км в 2015 році. Дія цієї програми завершилася в кінці 2009 року. Наступною «Державною цільовою програмою «Ліси України» на 2010-2015 роки» передбачалося в загальному побудувати, реконструювати і відновити понад 9500 км за шість років [92]. Тенденція планових обсягів дорожньо-будівельних робіт, які передбачалися на роки дії програми, подані на рис. 4.1. Їх аналіз показує, що різниця в обсягах по роках не перевищує 5%.

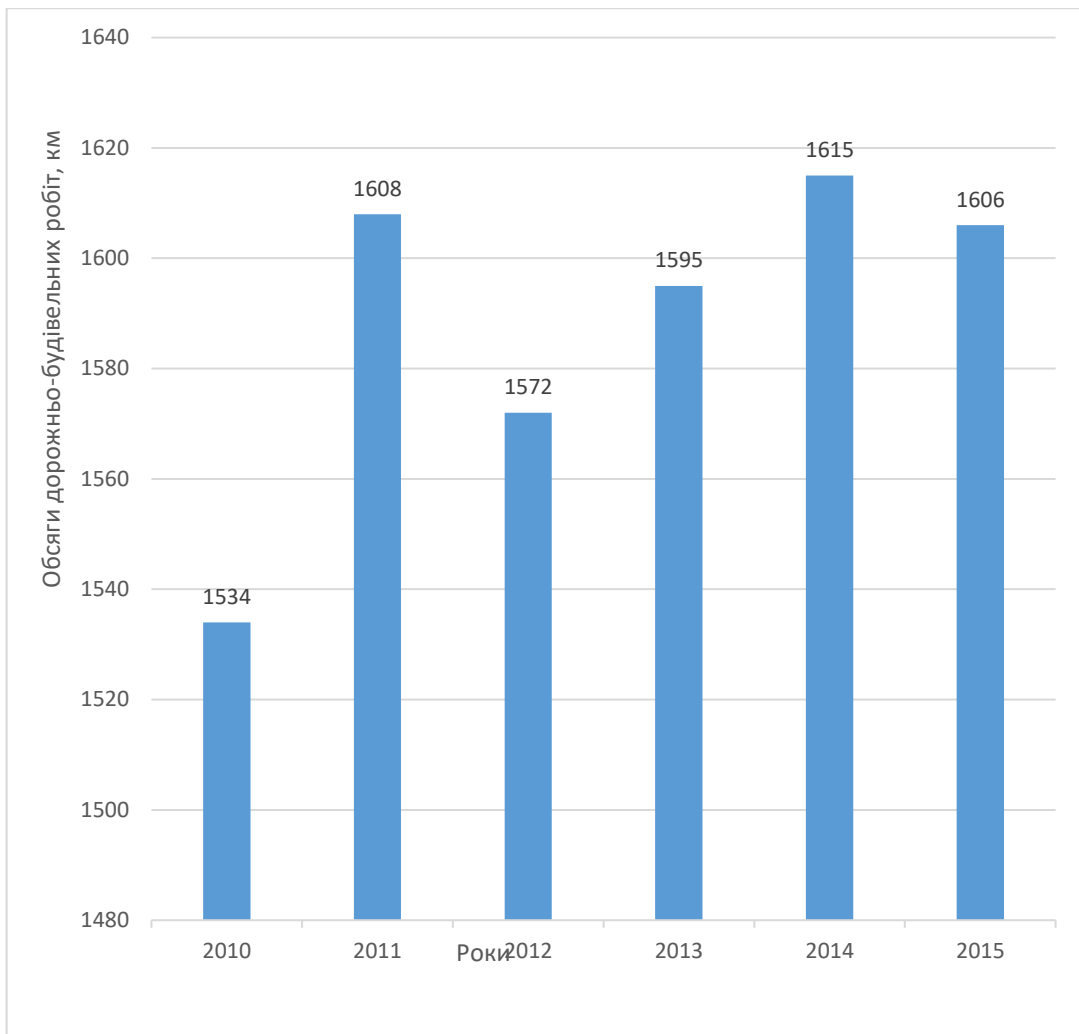


Рисунок 4.1 – Планові обсяги дорожньо-будівельних робіт

4.2.2 В 2019 році внесені зміни до чинних Законів України, якими передбачено перенесення на 2030 рік кінцевого терміну збільшення густоти дорожньої мережі в лісах Карпатського регіону до 1 км на 100 га лісових площ. На теперішній час чинною є “Державна стратегія управління лісами України до 2035 року”, яка в певній мірі корелюється із вимогами зазначеного закону [2,93]. Нею встановлені обсяги з будівництва та ремонту 7500 кілометрів лісових доріг, що складає орієнтовно 500 км доріг щорічно. Інформація про фактичні обсяги будівництва, реконструкції і капітального ремонту лісових автодоріг в системі Держлісагентства України за п’ятнадцятирічний період подано на рис. 4.2. Її аналіз показує, що вагомі роботи з удосконалення дорожньої інфраструктури в лісових масивах розпочалися в 2007 році, коли вперше на такі цілі були виділені бюджетні кошти. Більшість цих коштів призначалися для лісових підприємств Карпатського регіону, на території яких спостерігалось виникнення кризових явищ, ліквідація наслідків яких передбачалася урядовими рішеннями.

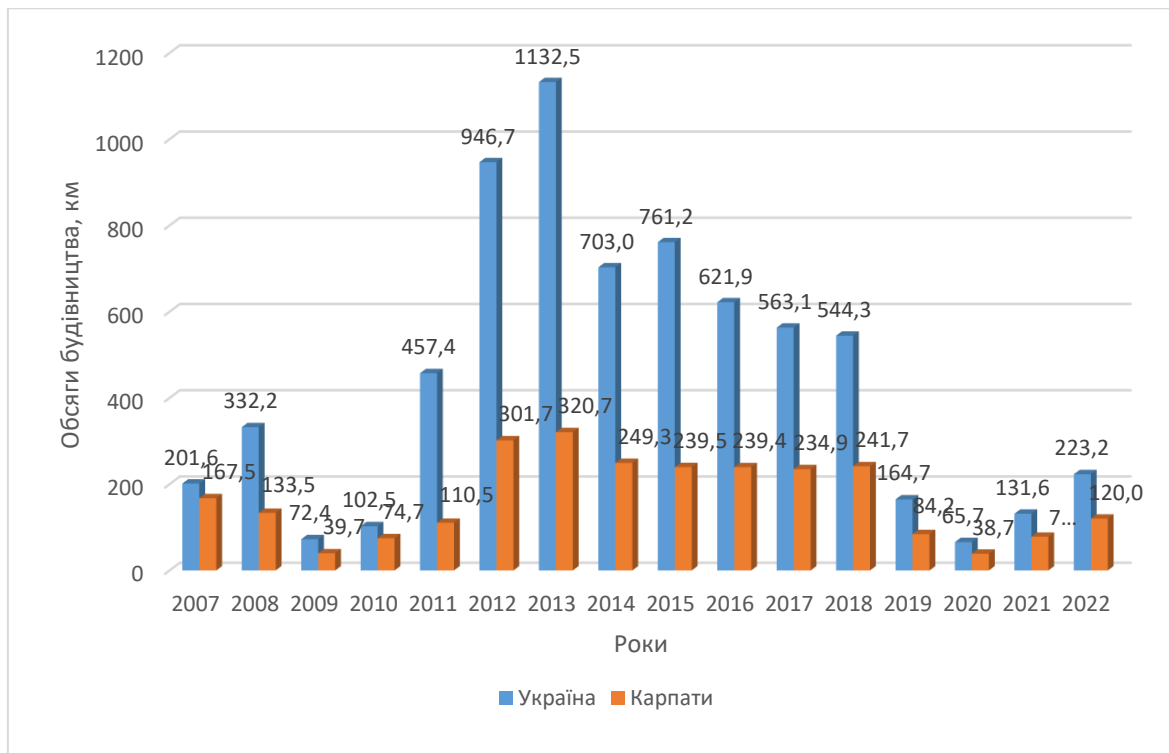


Рисунок 4.2 - Фактичні обсяги дорожньо-будівельних робіт

До 2014 року спостерігалася чітка тенденція суттєвого збільшення обсягів дорожньо-будівельних робіт. Необхідно відмітити, що в 2013 році досягнуто найвищого показника - збудовано понад 1100 км лісових доріг, що складає 71% від планових завдань, передбачених «Державною цільовою програмою «Ліси України» на 2010-2015 роки» [92]. З 2013 по 2020 рік спостерігається суттєве зниження обсягів дорожньо-будівельних робіт. В останні два роки обсяги дещо збільшилися. Необхідно відмітити, що в лісових підприємствах Карпатського регіону обсяги будівництва доріг зазвичай складали 30-50% від обсягів таких робіт по всій Україні. Приведені дані на рис. 3.8 свідчать про суттєвий спад дорожньо-будівельних робіт в останні десятиліття, незважаючи на той факт, що лісові автодороги є основою для запровадження сталого розвитку лісового господарства, раціонального і екологічно безпечного використання природних ресурсів, ефективного функціонування лісгосподарського виробництва на принципах наближеного до природи лісівництва.

4.2.3 Аналіз вищенаведеної інформації дозволяє зробити такі висновки:

- важливість вдосконалення транспортної інфраструктури в лісових масивах підтверджується постійною наявністю на протязі тривалого періоду відповідних законодавчо-нормативних документів, в яких поставлені завдання з будівництва, реконструкції і відновлення лісових автодоріг;
- особливістю таких законодавчо-нормативних документів є те, що ними не встановлюються джерела отримання коштів для виконання дорожньо-

будівельних робіт, що в свою чергу призводить до значного не виконання їх планових показників;

- в останні роки спостерігаються тенденція зменшення планових показників будівництва лісових, які встановлювалися прийнятими законодавчо-нормативними документами;

- за останніх десять років фактичні обсяги дорожньо-будівельних робіт в лісових масивах знизилися в 5-8 разів;

- чинною стратегія управління лісами України передбачено щорічне будівництво і ремонту орієнтовно 500 км лісових доріг, на виконання якої ДП «Ліси України» приймаються відповідні плани виконання робіт.

### 4.3 Етапи розвитку нормативних вимог до лісових автодоріг в Україні

4.3.1 Важливими чинниками, які впливають на структуру і якість лісотранспортної мережі, є нормативні документи, якими регламентуються не тільки їх класифікація, терміни служби і технічні параметри лісових доріг, але і встановлюються вимоги щодо особливостей їх розташування в лісових масивах та влаштування транспортних споруд. З другої половини минулого століття в процесі проектування і будівництва лісових автодоріг в Україні використовувалися нормативні документи, які діяли по всій території колишнього Радянського Союзу. Основною їх особливістю було те, що поширювалися на дуже велику територію і не враховували відмінності природно-виробничих умов і стану технічного розвитку окремих регіонів.

В другій половині минулого століття розвиток продуктивних сил і технічний прогрес сформували економічну основу для зближення інтересів лісового господарства, лісозаготівлі і деревообробки на базі комплексного використання не тільки деревини, але і лісових ресурсів в цілому та їх відтворенні на постійній основі. Вирішення цієї проблеми реалізовувалося через створення комплексних лісових підприємств, які об'єднують всі види діяльності по використанню та відтворенню лісових ресурсів. Це дозволило отримувати відчутний ефект як в технічних і організаційних, так і в економічних аспектах. Діяльність таких підприємств базується на єдності цілей виробництв, які входять в комплекс, спільності територіального розміщення, технологічному взаємозв'язку рубок лісу і його вирощування, максимально повному використанню спеціалізованої техніки, повної механізації виробничих процесів лісогосподарської і лісозаготівельної діяльності, раціональному використанні лісових ресурсів, робочої сили, техніки, дорожньої мережі і таке інше. Працюючи на принципах постійності і невичерпності користування лісом, комплексні підприємства можуть забезпечувати надійне постачання сировини

деревопереробним підприємствам [94-96]. При цьому такий принцип в обов'язковому порядку вимагає відтворення лісових ресурсів, що відповідає вимогам науки про ліс, яка стверджує, що «... рубки і відновлення повинні бути синонімами, тобто користування лісом повинно бути так організовано, що в процесі користування містилися б і моменти його створення знову...» [97]. Тому комплексні лісові підприємства в другій половині минулого століття набули широкого поширення. Характерною особливістю району розташування таких підприємств є обмеженість лісових запасів, чим обумовлюється необхідність високого рівня інтенсифікації лісового господарства і лісопромислового виробництва. Найбільш розвинутими в цьому напрямку були лісокомбінати, які працювали в трьох областях Карпатського регіону (Закарпатська, Івано-Франківська і Чернівецька) і підпорядковувалися Мінліспрому України. В них рівень ведення лісового господарства і переробки заготовленої деревини був надзвичайно високим, що досяглося завдяки виробництву меблів, деревинних плит, продукції лісохімії тощо. В системі Мінлісгоспу України працювали лісозаготівельні підприємства (лісгоспази), які крім виконання лісогосподарської і лісозаготівельної діяльності виробляли широкий перелік продукції із деревини та інших лісових ресурсів. Ці два види комплексних лісових підприємств почали працювати з 1960 року [98-101].

4.3.3 Враховуючи вищенаведені обставини в системі Мінліспрому України в другій половині сімдесятих років минулого століття було прийнято рішення стосовно розробки регіональних норм проектування гірських лісових автодоріг. В результаті проведених досліджень та відповідної апробації і узгоджень в 1980 році вступила в дію «Тимчасова інструкція по проектуванню і будівництву лісових автомобільних доріг в гірських умовах Карпат», авторами якої стали співробітники Івано-Франківського проектно-конструкторського технологічного інституту і Львівського лісотехнічного інституту [102]. Вимоги цього документу розповсюджувалися на лісові підприємства Закарпатської, Івано-Франківської і Чернівецької областей). З 1994 року тут використовується «Інструкція по проектуванню лісових автомобільних доріг в гірських умовах Карпат» (затв. Мінпромом України) [103]. На підприємствах Мінлісгоспу, які працювали в решті областей України, з 1982 року знайшла застосування ВСН 7-82 «Інструкція по проектуванню лісогосподарських автомобільних доріг» [104]. Ці два останні документи є чинними до цих пір. При цьому [103] використовується з 2007 року на лісових підприємствах крім трьох вищезгаданих областей, ще й на лісових підприємствах розташованих в гірській частині Львівської області та АР Крим. ВСН 7-82 розповсюджується на інші регіони України. Їх поєднує не тільки аналогічна класифікація лісових доріг на три типи і використання тотожних підходів до розроблення нормативних параметрів і



вимог до складових елементів лісових автодоріг, під час якого основна увага була звернута на сам транспортний процес. Головними виступали такі умови: досягнення безпеки руху лісовозного транспорту із розрахунковими швидкостями, забезпечення міцності і надійності дорожніх споруд та швидке відведення поверхневих вод від дорожнього полотна чи їх пропуск. Для вищезгаданих документів характерним є наявність певних відмінностей як у показниках для встановлення типу лісових автодоріг, так і у величині розрахункової швидкості руху і ряду технічних параметрів. Крім того, інструкцією для проєктування гірських доріг передбачено для доріг I типу застосовувати нормативи доріг загального користування. Такі відмінності пов'язані з періодом розробки документів, з різницею більш ніж на 10 років, а також різними природно-виробничими умовами регіонів їх застосування. З моменту їх розроблення пройшов тривалий період (30-40 років) і вони не повністю враховують сучасні тенденції щодо екологізації транспортного будівництва та необхідності використання нових матеріалів і сучасних технологічних процесів та машин для виконання дорожньо-будівельних робіт.

#### 4.4 Нормативні вимоги до гірських лісових доріг

##### 4.4.1 Класифікація лісових автодоріг Карпатського регіону

4.4.1.1 До лісових автомобільних доріг відносяться автомобільні дороги, які розміщені на території державного лісового фонду або на землях інших власників, і забезпечують, в основному, перевезення робітників і вантажів лісових чи лісопромислових підприємств. У відповідності з "Інструкцією по проєктуванню лісових автомобільних доріг в гірських умовах Карпат" [103] гірські лісові автомобільні дороги, в залежності від призначення і розміщення на території лісового фонду, поділяються на три типи :

I тип – основні магістральні напрямки, які об'єднують лісові автомобільні дороги всередині лісового масиву в єдину транспортну мережу і з'єднують лісові масиви і лісопромислові підприємства з автомобільними дорогами загального користування;

II тип - дороги, які обслуговують окремі території лісового масиву, з'єднують їх з магістральними напрямками лісових доріг чи з автомобільними дорогами загального користування або з'єднують відокремлені лісові масиви, лісництва, цехи переробки з лісовими дорогами I типу або дорогами загального користування;

III тип - дороги, які забезпечують під'їзд до ділянок лісозаготівлі, лісогосподарських, лісовідновних та інших робіт і не мають подальшого

розгалуження, а також протипожежні дороги, дороги до кордонів, розсадників і інших об'єктів.

#### 4.4.2 Основні технічні норми

4.4.2.1 Одним із основних проектних параметрів лісових автодоріг є розрахункові швидкості руху. Від прийнятої розрахункової швидкості руху залежить ряд технічних параметрів дороги (радіуси кривих плану і вертикальних кривих, відстань видимості, ширина дорожнього полотна і величина розширення на кривих плану, значення максимальних поздовжніх ухилів та ін.). Розрахункова швидкість руху є максимально допустимою і вона повинна забезпечуватися на всіх довжині дороги. Значення розрахункових швидкостей для лісових автодоріг II і III типу в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Розрахункові швидкості руху на лісових автодорогах

Тип дороги	Розрахункові швидкості руху, км/год		
	основні	допустимі на важких ділянках місцевості	
		горбистої	гірської
II	40	30	20
III	20	15	10

Примітки: 1. В таблиці 1 для розрахунку елементів плану і поздовжнього профілю приведені найбільші швидкості руху поодиноких автомобілів, при яких гарантується безпечний рух їх при нормальних умовах зчеплення коліс з покриттям проїзної частини (суха або зволожена чиста поверхня покриття).

2. До важких ділянок горбистої місцевості відноситься рельєф, прорізаний глибокими долинами, які часто чергуються, при різниці відміток долин і вододілів більше 50 м на віддалі не більше 0,5 км, з боковими глибокими балками, ярами, в окремих випадках - з нестійкими схилами.

3. До важких ділянок гірської місцевості відносяться ділянки перевалів через гірські хребти і ділянки гірських урвищ із складними, сильно порізнаними чи недостатньо стійкими схилами.

4.4.2.2 Лісові автомобільні дороги I типу проектується за діючими нормами для доріг загального користування, виходячи з найбільшої перспективної інтенсивності руху чи розрахункової вантажонапруженості дороги з урахуванням руху транспорту в обох напрямках.

4.4.2.3 Основні розміри проїзної частини і земляного полотна лісових автомобільних доріг на прямих ділянках подані в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Ширина земляного полотна і проїзної частини

Тип дороги	Ширина, м		
	земляного полотна	проїзної частини	узбіччя
II	4,5	3,5	0,5
III	4,0	3,0	0,5

Примітка: 1. При серповидному або напівкоритному профілях дорожнього одягу ширина земляного полотна відноситься до верху дорожнього полотна в закінченому вигляді.

4.4.2.4. Для доріг, які проектується по місцевості з крутизною схилів більше 1:5, ширина узбіччя з підгірної (низової) сторони повинна бути не менше 1,0 м.

4.4.2.5 На односмугових дорогах двосторонній рух забезпечується влаштуванням роз'їздів корисною довжиною не менше 30 м з покриттям, аналогічним прийнятому для даної дороги. Відстань між роз'їздами повинна прийматися рівною віддалі видимості зустрічного автомобіля, але не більше 500 м. Ширина земляного полотна і проїзної частини на роз'їздах складає, відповідно 7,0 і 6,0 м. При цьому перехід від односмугової дороги до двосмугової на роз'їзді і навпаки здійснюється на відгонах довжиною по 10 м. За умови відповідного обґрунтування і створення безпечних умов руху транспорту кількість роз'їздів на дорогах III типу може бути зменшена.

4.4.2.6 Поверхня земляного полотна на дорогах з покриттям влаштовується з двосхилим поперечним профілем з ухилами величиною 10-30%. При будівництві доріг без покриття величина ухилів поперечного профілю земляного полотна становить 40-50%. При цьому менші значення приймаються для дренажних ґрунтів.

4.4.2.7. На кривих ділянках дороги радіусами до 300 м необхідно передбачати розширення проїзної частини і забезпечувати розрахункову видимість. Розширення проїзної частини слід проводити за рахунок одночасного розширення проїзної частини і земляного полотна, як правило, з внутрішньої сторони кривої із збереженням узбіччя шириною не менше вказаної в табл. 4.2. В горбистій та гірській місцевості допускається влаштовувати розширення з зовнішньої сторони кривої, а при необхідності і з обох сторін.

4.4.2.8. Радіуси кривих на поворотах дороги повинні призначатися по можливості більшими і в нормальних умовах приймати не менше 200 м. Коли за умовами місцевості неможливо приймати такі радіуси або це викликає збільшення обсягів робіт і вартості будівництва дороги, допускається встановлювати менші радіуси кривих, але не менші, ніж подані в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 - Найменші радіуси кривих плану

Тип дороги	Найменші радіуси кривих плану в м при вивезенні			
	стовбурів		сортиментів	
	горбиста місцевість	гірська місцевість	горбиста місцевість	гірська місцевість
II	40	30	40	20
III	30	30	15	15

4.4.2.9 В усіх випадках, коли за умовами місцевості є технічно можливим і економічно доцільним, лісові автомобільні дороги повинні мати такі параметри: поздовжні ухили не більше 40 %; відстань видимості поверхні дороги не менше 100 м ; радіуси кривих в поздовжньому профілі - випуклих не менше 5000 м, а увігнутих не менше 500 м.

У випадку, коли за умовами рельєфу місцевості неможливо здійснити вищенаведені вимоги або їх виконання викликає збільшення об'ємів робіт і вартості будівництва дороги, допускається застосовувати норми, які подані в табл. 4.4.

4.4.2.10 Переломи проектної лінії поздовжнього профілю при алгебраїчній різниці уклонів 15 % і більше на дорогах II типу і 45 % і більше на дорогах III типу спрягаються кривими, найменші радіуси яких подані в табл. 4.4.

#### 4.4.3 Земляне полотно і водовідвід

4.4.3.1 Земляне полотно лісових автодоріг має забезпечувати міцність, стійкість і стабільність як самого земляного полотна, так і дорожнього одягу за умови отримання найменших затрат на стадіях будівництва і експлуатації, а також при максимальному збереженні цінних земель і найменшій шкоді навколишньому середовищу. Конструкція земляного полотна встановлюється з урахуванням типу дороги, типу дорожнього одягу, висоти насипу і глибини виїмки, фізико-механічних властивостей ґрунтів, з яких влаштовується земляне полотно, умов виконання земляних робіт, природних

умов району будівництва і особливостей інженерно-геологічних умов ділянки будівництва та досвіду експлуатації доріг в даному районі.

Таблиця 4.4 - Основні допустимі норми проектування поздовжнього профілю

Розрахункова швидкість руху, км/год	Найбільший поздовжній ухил, ‰	Розрахункова віддаль видимості, м		Найменший радіус кривої в поздовжньому профілі, м		
		поверхні дороги	зустрічного автомобіля	випуклих	увігнутих	
					основний	у виняткових випадках
40	90	75	150	1500	800	300
30	100	50	100	700	400	150
20	100	30	60	200	250	100
15	100	25	50	100	200	100
10	100	20	40	100	100	100

Примітки: 1. В особливо важких умовах горбистої і гірської місцевості для ділянок протяжністю не більше 0,5 км і при відповідному обґрунтуванні допускається збільшення найбільших поздовжніх уклонів, приведених в таблиці 7, але не більше, ніж на 20 ‰.

2. У випадках використання на вивезенні лісу автомобілів з усіма ведучими осями і гальмівними розпусками та при русі автомобілів в порожняковому напрямку з навантаженим на них розпуском допускаються величини поздовжніх ухилів у порожняковому напрямку встановлювати на основі тягових та техніко-економічних розрахунків, але не більшими 160 ‰. При цьому в проекті повинні бути передбачені заходи по створенню безпечних умов руху.

4.4.3.2 Земляне полотно може також влаштовуватися по індивідуальних конструктивних рішеннях для:

насипів з висотою укосу більше 12 м;

насипів на ділянках тимчасового підтоплення, а також при перетині постійних водойм і потоків;

насипів, споруджуваних на просадкових ґрунтах, слабкій основі чи на болотах, або при використанні в насипах ґрунтів підвищеної вологості;

при використанні спеціальних прошарків (теплоізолюючих, гідроізолюючих, дренажних, капілярперериваючих, армуючих тощо), для регулювання водно-теплового режиму земляного полотна;



виїмок з висотою ухилу більше 12 м в не скелястих ґрунтах і більше 16 м в скелястих при сприятливих інженерно-геологічних умовах;

виїмок в шаруватих товщах, що мають нахил пластів в сторону проїзної частини;

виїмок, що розкривають водонесучі горизонти або таких, що мають в основі водонесучий горизонт, а також в глинистих ґрунтах з коефіцієнтом консистенції більше 0,5;

виїмок з висотою укосу більше 6 м в пилюватих ґрунтах в районах надлишкового зволоження, а також в глинистих ґрунтах і скелястих ґрунтах, які розм'якшуються і втрачають міцність;

насіпів і виїмок, споруджуваних в складних інженерно-геологічних умовах на схилах крутіших 1:3, або на ділянках, де є або можливий розвиток зсувних явищ, ярів, карсту, обвалів, селів, снігових лавин, полію і таке інше.

4.4.3.3 Для забезпечення міцності і стійкості земляного полотна, в залежності від конкретних умов, застосовуються нижчеподані заходи:

- відведення ґрунтових вод від земляного полотна і з-під проїзної частини;
- забезпечення необхідного підвищення насипу над рівнем стояння ґрунтових або поверхневих вод і спорудження їх з стійких ґрунтів;
- ретельне ущільнення ґрунтів в насипах;
- пониження рівня ґрунтових вод або заміну ґрунтів у виїмках;
- правильний вибір крутості укосів виїмок і насипів та укріплення їх в необхідних випадках для запобігання зсуву і розмиву.

На крутих схилах в необхідних випадках будуються спеціальні інженерні споруди (підпірні та одягаючі стіни, кам'яні банкети і накидки, перехоплювальні дренажі тощо).

4.4.3.4 При плануванні конструкції земляного полотна лісових автодоріг враховується умова найменшого занесення дороги снігом. Для чого передбачається скорочення довжини виїмок і нульових місць у відкритій місцевості, та влаштування земляного полотна в насипах висотою не менше розрахункової товщини снігового покриву, а також призначення ширини смуги відводу достатньою для встановлення снігозахисних щитів. Крім того в місцях, покритих лісом та чагарником, залишаються на межі просіки з кожної сторони дороги смуги лісу або чагарнику шириною не менше 60 м.

4.4.3.5 Ухили укосів насипів та виїмок повинна забезпечувати стійкість земляного полотна, для чого найбільший ухил укосів в сприятливих інженерно-геологічних умовах не повинна перевищувати значень, приведених в табл. 4.5 і 4.6. В практиці будівництва лісових автодоріг в горах допускається збільшення ухилів укосів на основі досвіду будівництва і експлуатації лісових доріг в конкретному районі їх розташування.

Таблиця 4.5 - Найбільші ухили укосів насипів

Вид ґрунту	Найбільші ухили укосів при їх висоті, м		
	до 6	до 12	
		в нижній частині (0-6)	у верхній частині (6-12)
Кам'яний з слабо вивітрюваних порід	1:1-1:1,3	1:1,3-1:1,5	1:1,3-1:1,5
Крупноуламковий і піщаний (за виключенням дрібних і пилюватих пісків)	1:1,5	1:1,5	1:1,5
Піщані дрібні і пилюваті, глинисті і лесові	1:1,5	1:1,75	1:1,5

Примітка: 1. Висота укосу насипу визначається різницею відміток верхньої і нижньої брівки укосу. На схилах висота укосу насипу визначається різницею відміток верхньої і нижньої брівки низового укосу.

Таблиця 4.6 – Найбільші ухили укосів виїмок

Вид ґрунту	Висота укосу, м	Найбільші ухили укосу
Скелясті слабовивітрювані	до 16	1:0,2
Скелясті легковивітрювані нерозм'ягчувані	до 16	1:0,5-1:1,5
Скелясті розм'ягчувані	до 6 від 6 до 12	1:1 1:1,5
Крупноуламкові	до 12	1:1-1:1,5
Піщані, глинисті однорідні твердої, напівтвердої і тугопластичної консистенції	до 12	1:1,5

Примітки: 1. В скелястих слабовивітрюваних ґрунтах допускаються вертикальні укоси.

2. При розміщенні виїмок глибиною більше 2 м чи при висоті верхнього укосу більше 2 м в дрібних і пилюватих пісках, перезволожених глинистих ґрунтах, легковивітрюваних або тріщинуватих скелястих породах слід передбачати закюветні полиці шириною 0,5-2 м в залежності від стану і властивостей ґрунтів, величини ухилів і висоти укосів.

4.4.3.6 В усіх випадках передбачається відвід поверхневих вод від земляного полотна або пониження рівня ґрунтових вод. Для цього влаштовуються

поздовжні бокові канали біля насипів і кювети біля виїмок. Крім цього, за необхідності будують спеціальні водовідвідні споруди - перепади для зменшення енергії потоку, швидкотоки для запобігання розмивів, дренажні пристрої для пониження рівня або перехоплення і відводу ґрунтових вод.

4.4.3.7 На місцевості з невираженим поперечним ухилом при висоті насипів менше 0,6 м, а також на болотистих ділянках бокові канали влаштовуються з обох сторін дороги. При поперечному ухилі місцевості більше 1:25 їх допускається влаштовувати тільки з верхової сторони. При цьому дно кюветів, поздовжніх бокових каналів або резервів повинно бути нижче низу дренажних прошарків або низу основи дорожнього одягу не менше ніж на 0,2 м. Розміри кюветів у виїмках і каналів біля невеликих насипів в нормальних умовах в не скелястих ґрунтах подані в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 - Розміри каналів і кюветів

Рід ґрунту	Форма каналу або кювету	Глибина каналу або кювету, м	Ширина дна каналу або кювету, м	Укоси	
				внутрішні	зовнішні
Гравелистий пісок, гравій	а) насип	0,3	-	1:3	1:1,5-1:2
	б) виїмка	0,3	-	1:3	1:1,5
Пісок, супісок і пілуватий пісок	а) насип	0,5	-	1:1,5-1:3	1:1,5-1:2
	б) виїмка	0,6	-	1:3	1:1,5
Суглинок, глина, в т.ч. пілуваті	а) насип	0,6	0,4	1:1,5-1:3	1:1,5
	б) виїмка	0,8	0,4	1:1,5	1:1,5

Примітки: 1. Глибина каналів вздовж насипів визначається від поверхні землі.

2. На водороздільних ділянках глибина каналів може бути зменшена до 0,2 м від низу дорожнього одягу.

3. В скелястих ґрунтах кювети можуть мати інші обриси і розміри у відповідності з допустимою швидкістю течії по них.

4. Ухили укосів і ширина каналів по дну можуть бути іншими з урахуванням використовуваних засобів механізації для їх улаштування.

4.4.3.8 Дну поздовжніх водовідвідних каналів, кюветів і резервів надається поздовжній ухил в сторону найближчої штучної споруди або понижених місць величиною не менше 5 ‰ і як виняток - 3 ‰. На болотах, річкових заплавах і інших утруднених місцях допускається мінімальний ухил 2 ‰ і як виняток - 1 ‰. На ділянках гірських доріг при поздовжніх ухилах більше 80 ‰ для запобігання нагромадження значних об'ємів води в кюветі і на перепадах встановлюються через 200-300 м поперечні водопропускні споруди і здійснюються заходи, які запобігають прориву води по каналі нижче цієї споруди.

4.4.3.9 Укоси земляного полотна, захисних і водовідвідних споруд, зведених із ґрунтів, що можуть розмиватись або підтоплюватись, укріплюються. Для укріплення проводиться засівання їх травою, дернування, садіння чагарнику, брукування каменем, улаштування плетених кліток, хмизової вистилки, фашин, кам'яної накидки тощо.

#### 4.4.4 Дорожній одяг

4.4.4.1 Дорожній одяг лісових автомобільних доріг влаштовується з одного або кількох конструктивних шарів. У випадку кількох шарів дорожній одяг включає в себе:

покриття - верхній несучий шар, який може складатись з шару зносу і основного шару;

основу - несучу частину дорожнього одягу;

додатковий шар основи - шар, що передає навантаження на земляне полотно і виконує додаткові функції дренажного, вирівнюючого або морозозахисного елемента конструкції.

Типи дорожніх покриттів, які застосовуються на лісових автодорогах представлені в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 - Типи дорожніх покриттів

Типи дорожнього одягу	Основні види покриття	Тип дороги
Полегшені	Із щебню, гравію і піску, оброблених в'язучими	II
Перехідні	Щебеневі і гравійні	II і III
	Із ґрунтів і місцевих матеріалів низької міцності, оброблених в'язучими	II і III
Нижчі	Із ґрунтів укріплених чи покращених добавками	III

4.4.4.2 Вибір типу і конструкції дорожнього одягу лісових доріг проводиться з урахуванням типів наявних лісовозних автомобілів, обсягів лісових вантажів, інтенсивності руху, ґрунтових умов і характеру зволоження місцевості, дорожньо-кліматичної зони, а також переважного використання місцевих дорожньо-будівельних матеріалів і максимальної механізації робіт по влаштуванню покриття і догляду за дорогою.

4.4.4.3 Поверхня проїзної частини і узбіччя лісових автодоріг влаштовується з двоххилим поперечним профілем, ухили якого подані в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 - Поперечні ухили проїзної частини і обочин

Вид покриття	Поперечний ухил, ‰
Із щебених, гравійних та інших матеріалів, оброблених органічними в'язучими	30-40
Щебеневі, гравійні, з сумішей оптимального складу, грантові покращені	50-60
На бокових смугах односторонніх роз'їздів при усіх типах покриттів	30

4.4.4.4 В усіх випадках, коли в районі будівництва є гравійні або інші кам'яні матеріали, лісові дороги будуються з гравійними, щебеними або ґрунтощебеними чи ґрунтогравійними покриттями, переважно, серповидного профілю. У випадку невеликих обсягів вивезення деревини експлуатуються ґрунтові дороги, покращені добавками іншого ґрунту або гравію. Ґрунтові профільовані дороги будуються на ділянках з гравелистими або природними ґрунтами оптимального складу.

4.4.4.5 Розрахунок дорожнього одягу на лісових автодорогах проводиться за пружним прогином всієї конструкції згідно з діючими нормативними документами. При цьому, незалежно від результатів розрахунку на міцність дорожнього одягу товщину конструктивних шарів в ущільненому стані треба приймати не меншою за приведену в табл. 4.10.

#### 4.4.5 Мости і труби

4.4.5.1 Мости і труби на лісових автомобільних дорогах, як правило, проектуються і будуються за діючими нормами для доріг загального користування. При цьому вищезгадані штучні споруди мають відповідати вимогам безпеки, а також забезпечувати простоту конструкції, використання місцевих матеріалів найменші витрати на їх утримання в процесі експлуатації.



Таблиця 4.10 - Мінімальна товщина конструктивного шару дорожнього одягу

Матеріали покриття та інших шарів дорожнього одягу	Мінімальна товщина шару по краю проїзної частини, см
Щебеневі (гравійні) матеріали, оброблені органічними в'язучими	8
Ґрунти, укріплені органічними в'язучими	10
Ґрунти, укріплені цементом чи вапном	10
Щебеневі (гравійні) матеріали, не оброблені в'язучими:	
на піщаній основі	15
на міцній основі (кам'яній або з укріпленого ґрунту);	
для щебню	8
для гравійного матеріалу	10

Примітка: Товщина конструктивного шару повинна бути в усіх випадках не менше 1,5 розміру фракції найбільшої крупності, використовуваної в шарі мінерального матеріалу.

4.4.5.2 Розрахунки отворів мостів і труб на малих водотоках проводяться за витратами, визначеними за діючими нормативними документами і середніми допустимими швидкостями води. Ймовірність перевищення максимальних витрат для штучних споруд на лісових дорогах подано в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 - Ймовірність перевищення максимальних витрат

Споруди	Тип дороги	Ймовірність перевищення максимальних витрат розрахункових повеней, %
Середні мости	II, III	2
Малі мости і труби	II, III	3
Малі дерев'яні мости	III	4

4.4.5.3 Габарит наближення конструкцій мостів на лісових автомобільних дорогах II і III типу приймається рівним 4,5м. При цьому, габарит мостів розміщених на ділянках кривих в плані або на відгонах розширення потрібно збільшувати на величину розширення.

4.4.5.4 Труби під насипами лісових автомобільних доріг в усіх випадках встановлюються на повну ширину земляного полотна.

#### 4.4.6 Загальні рекомендації з проектування

4.4.6.1 При проектуванні лісових автомобільних доріг додатково до вимог [103] необхідно дотримуватись вимог державних стандартів, будівельних норм і правил з проектуванню окремих елементів дороги, протипожежних і санітарних норм, правил техніки безпеки, рекомендацій по проектуванню споруд в районах, небезпечних в сейсмічному відношенні, і в районах з макропористими просадковими ґрунтами, а також вимог земельного законодавства.

4.4.6.2 При розробці технічної документації лісових автомобільних доріг, які проходять через населені пункти, необхідно враховувати вимоги діючих нормативних документів по проектуванню населених пунктів і погоджувати проекти з органами архітектури.

4.4.6.3 Технічна документація на будівництво лісових автомобільних доріг повинні забезпечувати мінімальну вартість будівництва шляхом поєднання індустріальних методів будівництва з максимально можливим використанням місцевих матеріалів на базі сучасних засобів комплексної механізації. Проектування плану і поздовжнього профілю потрібно проводити виходячи з умови найменшого обмеження швидкості руху, дотримання безпеки руху, раціонального водовідводу і найкращого захисту дороги від снігових заметів.

4.4.6.4 Лісові автомобільні дороги повинні проектуватись згідно схеми транспортного освоєння лісового фонду, розробленої у відповідності з перспективою розвитку лісгосподарського виробництва підприємства та узгодженою з раціональною мережею автодоріг загального користування.

4.4.6.5 Прокладання траси лісової автомобільної дороги, розміщення штучних споруд, тимчасових споруд для потреб будівництва потрібно проводити з урахуванням умови збереження цінних природних ландшафтів і лісонасаджень, а також місць розмноження і харчування лісової фауни. Вздовж рік, озер та інших водойм трасу слід прокладати, як правило, за межами спеціально встановлених для неї захисних зон.

4.4.6.6 Траси автомобільних доріг, які проходять по лісових масивах повинні прокладатись з використанням просік і протипожежних розривів, існуючих трелювальних волоків, меж лісництв і кварталів з урахуванням категорії лісів і даних екологічних досліджень.

4.4.6.7 В гірській місцевості при умові, коли ґрунтові і гідрологічні умови на крутосхилах сприятливіші, ніж в долинах водотоків, рекомендується прокладати дороги по верхніх надзаплавних терасах чи по схилах. При цьому мережа доріг повинна розміщуватись так, щоб більша частина їх протяжності

забезпечувала транспортування основної маси вантажів по найкоротшому, в межах технічної можливості і економічної доцільності, напрямку зверху вниз.

4.4.6.8 При проектуванні лісових автомобільних доріг слід передбачувати їх ув'язку з іншими об'єктами лісогосподарських підприємств, а коли це технічно можливо і економічно обґрунтовано, планувати будівництво спільних споруд, які сприятимуть розвитку суміжних робіт (об'єкти лісоосушення, протипожежні водоймища, під'їзди до них тощо).

#### 4.5 Вдосконалення нормативів з проектування лісових доріг

4.5.1 В останні роки за ініціативи Держлісагентства, здійснюються дослідження з створення нормативного документу «Настанова з проектування лісових доріг» (далі НД), який має замінити чинні інструкції [103,104]. Документ такого типу розробляється в галузі вперше. Його метою є удосконалення вимог до проектування нових, реконструйованих чи капітального ремонту лісових доріг, які забезпечують транспортний доступ до земель лісогосподарського призначення і лісів, розташованих на інших категоріях земель (лісів на землях природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення, лісів відомств, підприємств, організацій, установ і фізичних осіб). Розробниками документу виступають ДП «ДерждорНДІ» і УкрНДІгірліс. Технічним завданням, яке узгоджено двома Технічними комітетами по стандартизації (ТК 307«Автомобільні дороги і транспортні споруди» і ТК 18 «Лісові ресурси») та затверджено ДП «Ліси України», передбачено, що основні завдання проектування лісових доріг полягають в досягненні: мінімальних витрат на будівництво та експлуатацію проектованої лісової дороги з урахуванням природно-кліматичних умов її прокладання; створенні розгалуженої мережі постійно діючих і сезонних доріг різного призначення та капітальності, які повинні мати просту конструкцію та достатню міцність для забезпечення ефективної і безаварійної роботи сучасних транспортних заходів; безпеки руху усіх учасників дорожнього руху з нормативними швидкостями та встановленими навантаженнями; відповідності експлуатаційних властивостей лісової дороги та її окремих елементів вимогам чинних нормативних документів протягом міжремонтних строків використання.

4.5.2 Згідно з технічним завданням виконано ряд етапів передбачених процедурою створення національного стандарту. Підготовлена перша редакція НД пройшла широку апробацію на заінтересованих підприємствах і організаціях. На основі отриманих зауважень і пропозицій підготовлена друга редакція документу, яка узгоджена в установленому порядку і наразі проходить процедуру кінцевих узгоджень і затвердження. Зміст створюваного НД включає

13 розділів та п'ять додатків, включаючи бібліографію. Прийняті в ньому вимоги є обґрунтованими і здійснені з урахуванням: історичних тенденцій еволюції лісотранспортної мережі від існуючих рудиментарних доріг до сучасних дорожніх мереж, створених спеціально для чітко визначених завдань лісогосподарської діяльності; досвіду проектування, будівництва і експлуатації лісових доріг в Україні; результатів аналізу тенденцій кількісного та якісного розвитку лісовозного автомобільного транспорту та принципів і норм проектування лісових доріг багатьох країн світу; необхідності здійснення заходів, спрямованих на зниження тенденцій кліматичних змін та адаптації до них з урахуванням чутливості і уразливості лісових екосистем.

Однією із нових змін стало вдосконалення класифікації лісових доріг, згідно з якою лісові дороги поділятимуться на чотири типи. В порівнянні із тепер застосовуваними нормами, додано IV тип, до якого відносяться лісові проїзди та сезонні дороги, що призначені для періодичного руху транспортних засобів в сприятливі для дорожніх умов періоди року. Така класифікація є не тільки логічною, простою і зрозумілою на всіх рівнях її застосування, але і відповідає реальним умовам їх проектування і будівництва лісових доріг в Україні. Це дозволить класифікувати не тільки заново проєктовані, але і наявні лісові дороги без необхідності витрат на їх перебудову для доведення до вимог нової класифікації. Застосування нового документу сприятиме розвитку та удосконаленню нормативної бази лісової галузі, підвищенню якості виконання робіт з проектування і будівництва лісових доріг, покращенню їх експлуатаційних показників та збільшенню строку служби, поліпшенню рівня безпеки і комфорту руху транспортних засобів, а також підвищенню ефективності роботи лісової галузі і зниженню екологічних, соціальних та економічних втрат і збитків [105-107].

В подальшому, доцільно забезпечити, з урахуванням досвіду передових європейських країн, розробку системи галузевих документів, які мали б встановлювати вимоги до:

- порядку планування і узгоджень місць розташування трас лісових доріг;
- значень точності вимірюваних параметрів, способів і інструментів для виконання польових вишукувальних робіт, включаючи сучасні методи ГІС;
- змісту і порядку оформлення технічної документації, проходження нею експертиз, узгоджень і затвердження;
- конструкцій, матеріалів і методів розрахунку транспортних споруд та дорожнього одягу з використанням місцевих матеріалів і відходів виробництва;
- допустимих відхилень параметрів елементів лісових доріг при їх будівництві;
- методів обліку лісових автодоріг і порядку приймання їх в експлуатацію.

## 5 КЛІМАТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ МЕРЕЖІ ЛІСОВИХ ДОРІГ

### 5.1 Загальні положення

5.1.1 Дороги є широко поширеною та дедалі більшою ознакою більшості ландшафтів, практично в усіх країнах світу. Тому, транспортна інфраструктура впливає на структуру екосистем, динаміку їх функціонування та має прямий вплив на компоненти екосистеми, включаючи видовий склад. Вплив доріг прослідковується як на абіотичних, так і на біотичних компонентах наземних і водних екосистем. Будівництво різного типу шляхів призводить до прямого руйнування чи видалення існуючих екосистем, а також до істотних змін в конфігурації форм рельєфу місць їх проходження. Транспортні системи, що включають дороги, мають широкий спектр первинних або прямих екологічних впливів, а також вторинних або непрямих екологічних впливів на ландшафти, які вони пронизують. При цьому, відбувається не лише фізична фрагментація ландшафту, але й термічна, що прискорюється зміною клімату. Дорога впливає на мікрокліматичні умови навколо неї, що призводить до підвищення температури. Мікрокліматичні зміни, в певній мірі, сприяють збільшенню випаровування води, теплового стресу, загибелі рослинності і ризику виникнення пожеж. Це, у свою чергу, впливає на ресурси підземних вод і стійкість рослинності до зміни клімату.

Природа дорожніх систем, як мережевих структур, робить величезні території ландшафту такими, що зазнають впливу доріг, з невеликими ділянками ізольованого середовища існування, які залишаються поза межами такого екологічного впливу. Враховуючи вищенаведені обставини, а також необхідність проведення досліджень з вивчення багатofакторного впливу дорожньої мережі на довкілля і прийняття науково обґрунтованих рішень стосовно його зменшення, призвела до появи науки «Екологія доріг». Дослідження екології доріг покращує розуміння динаміки взаємозв'язків між дорожніми системами та ландшафтами. Проблемами, які розглядаються в процесі згаданої сфери наукової діяльності, є:

- екологічний вплив доріг на абіотичні компоненти екосистем, включаючи взаємодію з гідрологічними системами, ерозія та динаміку осадів, фізичний і хімічний стан довкілля та навколишній шум;
- вплив доріг на біоту, від прямого впливу смертності, пов'язаної з дорогами, до фрагментації популяції та поведінки уникнення доріг, а також створення нового середовища існування для ряду представників флори і фауни;
- особливості фрагментації ландшафтів, оскільки дороги ділять навпіл великі ділянки суцільного ґрунтового покриву;



- прогнозування потенційні екологічних наслідків.

Вищенаведене підкреслює необхідність виконання комплексних природоохоронних заходів під час будівництва чи реконструкції автомобільних доріг загального користування, які повинні включати: захист повітряного середовища; охорону ґрунту, поверхневих і підземних вод; охорону рослинного і тваринного світу; поводження з відходами. При цьому перевага має надаватися застосуванню принципів «зеленої інфраструктури», як ефективного способу адаптації до зміни клімату та зменшення природних ризиків [108-115].

5.1.2 Наявність, будівництво та утримання лісових доріг має як позитивні, так і негативні наслідки. Однак, їх негативні наслідки є незрівнянно меншими у порівнянні з впливами доріг загального користування. Це, пояснюється такими відмінностями лісових доріг: розкиданістю по значних територіях, віддаленістю від населених пунктів, порівняно невеликими смугами відводу і, що є найбільш важливим, малими вантажообігами та невисокими швидкостями руху транспортних засобів. Звичайно, будівництво лісових доріг викликає необхідність влаштування дорожніх просік, які займають певну площу. Це спричинює не тільки до втрати лісових деревостанів, але й змінює стан навколишнього середовища. Виконання дорожньо-будівельних робіт призводить до негативного впливу на лісове середовище, оскільки відбувається порушення природних ландшафтів через переміщення земляних мас та фрагментацію лісових територій. В гірських умовах, дороги будуються переважно шляхом виїмки ґрунту та гірських порід для влаштування насипів. Спостерігається виникнення каменепадів при виконанні земляних робіт на стрімких схилах. Тому, застосування екскаваторів при будівництві лісових доріг є найбільш ефективним в екологічно чутливих районах, до яких відносяться гірські території. Їх перевагами є можливість зменшення впливу на лісову рослинність, будівництво адекватних конструкцій земляного полотна, водовідвідних та водопропускних споруд, забезпечення влаштування стійких укосів виїмок та насипів.

Неналежним чином побудовані лісові дороги можуть спричинити відчутні наслідки для навколишнього середовища, включаючи ерозію дорожнього покриття та утворення наносів, забруднення вод за межами смуги відведення, провали схилів і виникнення зсувів, пряму втрату середовища існування певних видів (через перетворення первісного ґрунтового покриву на штучну поверхню) та непряму втрату середовища існування (через фрагментацію екосистеми на менші та більш ізольовані ділянки). Для запобігання вищезгаданих явищ, в процесі планування лісових доріг і розробці проектів для їх будівництва, повинні враховуватися не лише техніко-технологічні показники та економічна

ефективність, але і необхідність створення умов для сталого управління лісовим середовищем.

Здійснювані заходи з вдосконалення лісової транспортної інфраструктури, особливо нове будівництво лісових доріг, викликають зростаючу занепокоєність природоохоронних установ і широкої громадськості щодо привнесення змін у навколишнє середовище. Це, в свою чергу, пов'язано із об'єктивним зростанням в останні роки обізнаності громадськості з екологічними питаннями. Схвалення громадськістю будівельних робіт в лісах значно знизилося. На часі є вдосконалення процесів прийняття рішень шляхом забезпечення інтеграції економічних, соціальних та екологічних міркувань із забезпеченням доступу громадськості до відповідної інформації, сприяючи врахуванню їх поглядів та покращенню можливостей ефективної участі. Одночасно, має прийматися до уваги, що у контексті сталого розвитку, як зазначено в стратегічних документах, прийнятих на міжнародному рівні, використання природних відновлюваних ресурсів є ключовим елементом життєдіяльності світової спільноти. В зв'язку з тим, що використання лісових ресурсів залежить від доступності відповідних територій, відмова від будівництва мереж лісових доріг була б шкідливим кроком. Тому роботи з удосконалення лісотранспортної інфраструктури в лісах Українських Карпат є доцільними і надзвичайно актуальними. Про те, здійснення всіх необхідних для цього дій повинно відбуватися з дотриманням, викладених у наступних підрозділах положень, які враховують теперішні тенденції кліматичних змін, а також реалії лісогосподарської діяльності. Їх практичне застосування дозволить забезпечувати доступ до лісових ресурсів з найменшою можливою деградацією навколишнього середовища [116-122].

## 5.2 Заходи для попередження підвищення температури лісових поверхонь

5.2.1 Відсутність розвинутої дорожньої інфраструктури в лісах призводить до необхідності влаштування мережі трельовальних волоків, які стають осередками ерозійних процесів і на протязі тривалого часу, за відсутності неналежного утримання, є лінійними ділянками відкритого ґрунту. Це, в свою чергу, спричинює зменшення випаровування, підвищення температури поверхні та нагрівання приземної атмосфери. Наочним прикладом вищесказаного є інформація подана на рис. 5.1, де відображено розподіл температур для різних типів земель (відкритий ґрунт, не лісова рослинність і ліс) [16,17].

Зменшення площ відкритих ґрунтових поверхонь в лісових деревостанах є важливим аспектом в зниженні негативних тенденцій кліматичних змін. Це досягається будівництвом нових лісових доріг, завдяки чому зменшується потреба в нових трельовальних волоках.

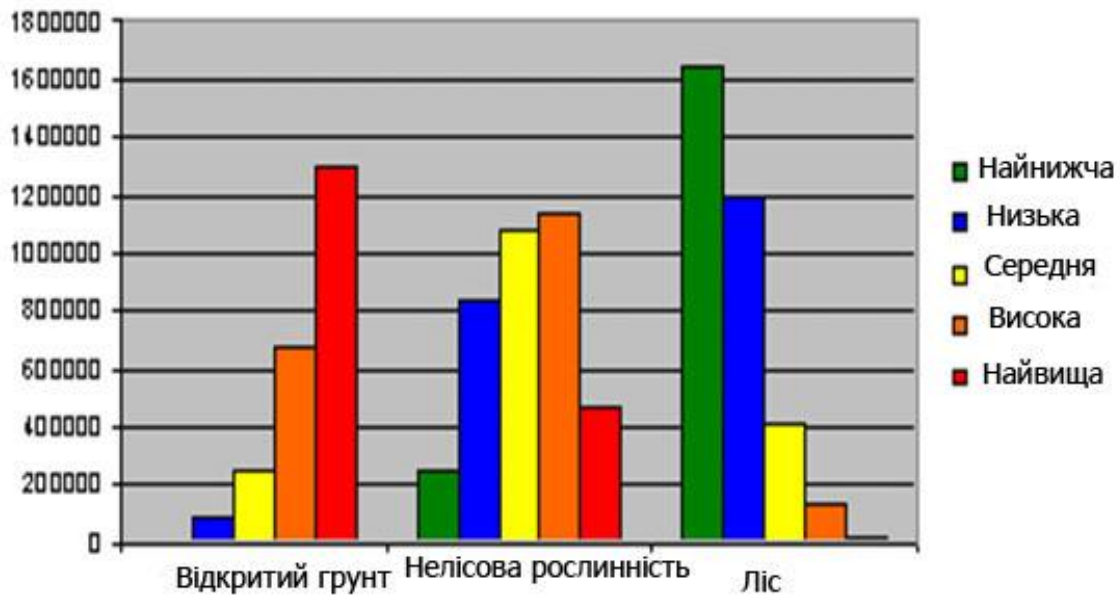


Рис. 5.1 - Розподіл температур для різних типів земель

Також створюються умови для проведення лісотехнічної меліорації частини трелювальних волоків. Виконані в Карпатах дослідження в цьому напрямку показують, що одним із ефективних методів є застосування гусеничного екскаватора для виконання земляних робіт під час меліорації волоків. В цьому випадку екскаватор, рухаючись заднім ходом по волоку, здійснює періодичну виїмку, незначне переміщення та відсіпку ґрунту по напрямку руху. У результаті на поверхні волока формуються заглибини і підвищення, внаслідок чого зупиняються ерозійні процеси та відбувається швидке заростання поверхні волоків ліською і трав'яною рослинністю (рис. 5.2).



Рисунок 5.2 - Природне поновлення на меліорованій ділянці волока

Результати чотирьохрічних досліджень показують, що стан такого природного поновлення характеризується нормальною життєвістю без видимих ознак пригнічення [123,124].

5.2.2 Будівництво лісових доріг покращує доступ до лісових територій, чим створюються умови для застосування сучасних систем багатоопераційних лісових машин, для яких характерні високі естетичні і ергономічні показники та автоматизовані системи управління, чим повністю усуваються важкі і небезпечні ручні операції. Лише два агрегати - харвестер (звалювально-гілкорізально-розкрязувальна машина) і форвардер (навантажувально-транспортна машина) - виконують весь комплекс робіт на лісосіці, починаючи від звалювання дерев і закінчуючи складуванням сортиментів в штабелі біля доріг, або їх навантаженням на лісовозні автомобілі. Позитивний лісівничо-екологічний ефект від застосування таких машин для лісозаготівлі досягається завдяки використанню методу напрямленого звалювання дерев, який дозволяє, в значній мірі, усувати пошкодження залишених дерев і підросту. Обрізування гілок і сучків здійснюється тільки на волоку, в результаті чого на ньому утворюється настил із лісосічних решток, по якому і здійснюється проїзд харвестера і форвардера. Необхідно відмітити той факт, що ці машини здійснюють рух по лісосіці в напрямку поздовж схилу. Завдяки цьому усувається необхідність виконання будь-яких земляних робіт для влаштування пасічних волоків, чим забезпечується досягнення мінімального впливу на ґрунт і підріст. Іншим позитивним моментом є можливість раціонального складування лісоматеріалів на навантажувальних майданчиках, де сортименти укладаються за призначенням у різні штабелі. При цьому висота штабелів заготовлених сортиментів може досягати 4-5 м, що істотно зменшує потребу в площах для складування. Застосування такого технологічного процесу позитивно впливає на лісівничо-екологічні та кліматичні аспекти лісокористування [125-128]. Роботу харвестера на гірському схилі на висоті понад 900м над рівнем моря та загальний вигляд поверхні зрубу після завершення лісосічних робіт в ДП «Вигодське лісове господарство» показано на рис. 5.3 і 5.4.

5.2.3 Зниження обсягів забруднення атмосфери продуктами згоряння при роботі лісових машин, що в певній мірі впливає на температуру лісових поверхонь, є одним із кліматичних аспектів лісових доріг. Переміщення деревини на різних етапах лісозаготівлі об'єктивно пов'язане з необхідністю докладання значних тягових зусиль для руху лісотransпортних машин. Їх величина суттєво залежать від типу та стану використовуваних шляхів.





Рисунок 5.3 - Робота харвестера на гірському схилі



Рисунок 5.4 – Вигляд поверхні зрубу після завершення лісосічних робіт



На рис. 5.5 подано значення величин основного питомого опору руху для різних типів доріг. Цей показник на ґрунтовій лісовій автодорозі та тракторному волоку, відповідно у 4,5 і 10 разів більший, ніж на автомобільній дорозі з гравійним чи щебеним покриттям. А якщо говорити про питомий опір при волочинні пакету лісоматеріалів по ґрунтовій поверхні, то цей показник ще в 1,5 рази більший ніж для трелювального трактора.

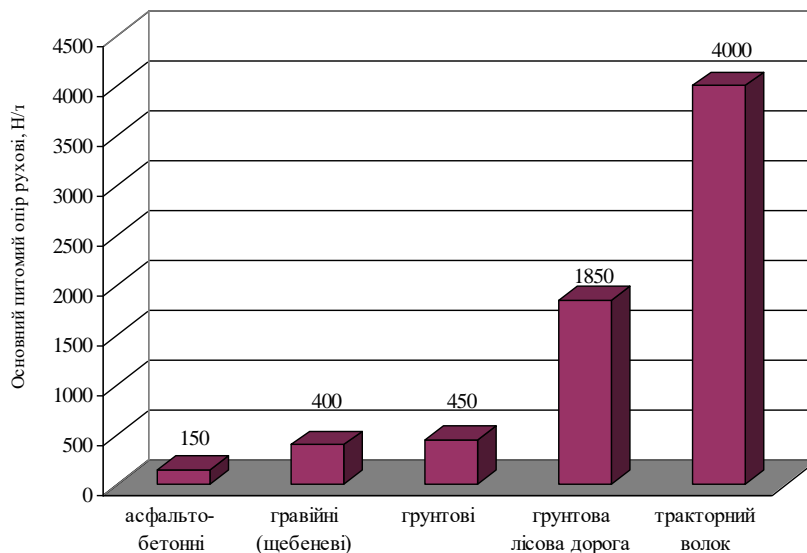


Рисунок 5.5 - Залежність питомого опору руху для різних типів шляхів транспорту

Такі обставини вимагають застосування потужних двигунів в спеціалізованих транспортних засобах, які працюють в лісовій галузі. Тому рух лісовими дорогами і волоками різноманітних транспортних засобів із двигунами внутрішнього згорання спричиняє забруднення атмосфери продуктами згорання пального. В умовах незадовільного технічного стану лісових доріг, використання проїздів і трелювальних волоків витрати пального і, відповідно, викиди продуктів згорання при первинному транспортуванні і вивезенні деревини становлять значні обсяги. В результаті в атмосферу потрапляють тони окису вуглецю, окисів азоту, вуглеводнів й інших токсичних газів, що підтверджується рис. 5.6, де показано рух гусеничного і колісного трелювальних тракторів по волоках.

Вищенаведене підкреслює, що одним із ефективних методів впливу розвинутої мережі лісових доріг на пом'якшення кліматичних змін є суттєве зменшення обсягів вантажообігу первинного транспортування деревини шляхом зменшення середньої віддалі трелювання, а також підвищення технічного рівня лісових автодоріг, особливо їх дорожнього покриття [129,130]. Одним із прикладів, який підтверджує вищесказане, є діяльність ДП «Славське лісове господарство», де інтенсивне будівництво лісових автодоріг розпочалося

в 2007 році. Їх результатом стали позитивні зміни у зменшенні віддалі трелювання (рис. 5.7). Особливо це стосується рубок формування і оздоровлення лісів, які стало можливим ефективно виконувати тільки за умови розвитку дорожньої мережі.



Рисунок 5.6 – Типові приклади викидів продуктів згорання на трелюванні

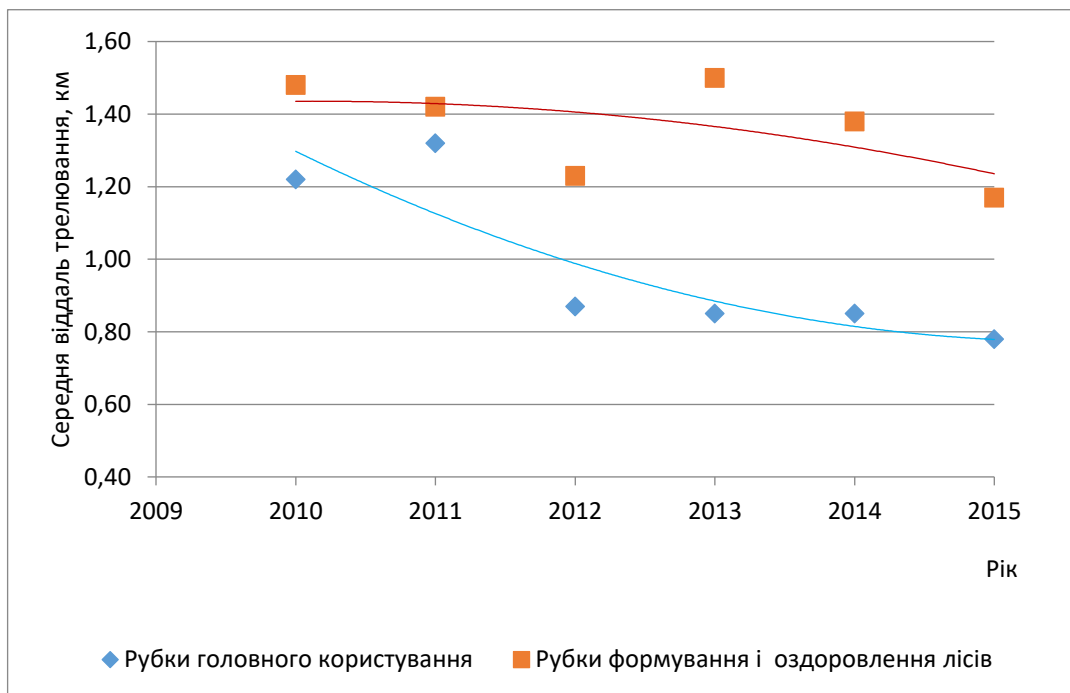


Рисунок 5.7 - Динаміка зниження середніх віддалей трелювання деревини

### 5.3 Ландшафтне проектування лісових доріг

5.3.1 Лісові дороги є інженерними спорудами, тривалість і інтенсивність експлуатації яких залежить від їх призначення та розташування на території лісового фонду. При цьому лісові дороги вищих типів будуються на сотні років і повинні забезпечувати не тільки безаварійний рух транспортних засобів, але і відповідати певним естетичним вимогам. Дороги не мають порушувати цілісність і мальовничість ландшафту, а навпаки своїм раціональним розташуванням повинні сприяти кращому розкриттю особливостей місцевості та її прикрашання. При цьому, методи досягнення естетичних критеріїв не повинні вступати в протиріччя з основним призначенням дороги забезпечувати можливість перевезень лісових вантажів і робітників при мінімальних витратах на транспортну роботу. Правильно запроектованою дорогою можна поліпшити і урізноманітнити ландшафт, підвищити рекреаційний потенціал території, створити умови для ефективного виконання робіт з усунення наслідків кризових явищ (хвороби і шкідники лісу, лісові пожежі, повені тощо).

Досягнення вищенаведеного можливе за умови застосування принципів ландшафтного проектування. Додатковим аргументом необхідності застосування ландшафтного методу є те, що безпека і зручність руху автомобілів, а також можливість руху з розрахунковими швидкостями вимагають плавної траси. Найкраще поєднання лісової дороги з ландшафтом досягається при деякій криволінійності траси, яка відповідає закономірностям зміни форм рельєфу. На рис 5.8 і 5.9 подано креслення плану траси дороги, запроектованої з урахуванням ландшафтного принципу та її фактичний вигляд на гірському схилі.

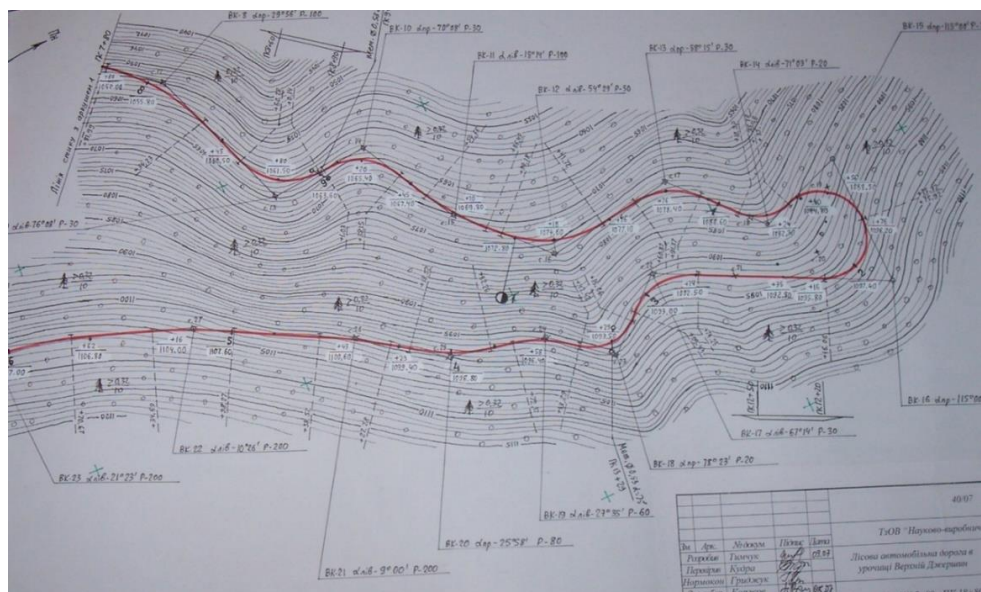


Рисунок 5.8 – Креслення плану траси гірської лісової дороги





Рисунок 5.9 – Вигляд лісової дороги, прокладеної гірським схилом

5.3.2 Не виконання вищезазначених підходів в умовах гірського рельєфу не є логічним і завжди буває недоцільним з технічної точки зору, тому що призводить до необхідності влаштування високих насипів і глибоких виїмок, до збільшення довжини і отворів штучних споруд. Це, в свою чергу, викликає необхідність виконання значних обсягів земляних робіт, що призводить до зрізання великих площ гірських схилів, порушення їх стабільності, появи великих площ відкритого ґрунту і ерозійних процесів, а також до погіршення гідрологічного режиму лісових територій.

Також під час планування транспортної мережі лісових територій необхідно враховувати вимоги міжнародних природоохоронних угод про збереження біологічного різноманіття лісових екосистем та здійснювати заходи спрямовані на виявлення і збереження ділянок з наявністю природних об'єктів, які мають природоохоронне значення (ключові біотопи), а також окремих цінних дерев в будь-якому ярусі (ключові об'єкти). До перших відносяться: заболоченні ділянки лісу в безстокових чи слабопроточних пониженнях; околиці боліт, болота з рідким лісом; ділянки лісу навколо постійних чи тимчасових водних об'єктів (озера, ріки, джерела, виходи ґрунтових вод); ділянки лісу на кам'янистих розсипищах, навколо крупних валунів, на скалах, стрімких схилах, обривах, уступах, біля розломів, ущелин; ділянки стиглого і перестійного лісу серед молодняків і середньовікових насаджень; місця існування рідкісних видів і таких, що перебувають під загрозою зникнення, чи видів, занесених в Червону книгу; розріджені ліси у верхній частині гірських схилів, приполонинні ліси. До

ключових об'єктів належать: поодинокі дерева і чагарники рідкісних порід, що є цінним місцем існування видів, які занесені в Червону книгу України; поодинокі перестійні дерева, всихаючі і сухостійні дерева; дерева з гніздами і дуплами. В процесі прийняття рішень стосовно розташування конкретної дороги потрібно враховувати не тільки вищенаведену інформацію, але і можливий вплив на лісове середовище як під час її будівництва, так і в процесі експлуатації. Планування лісогосподарської діяльності та розвитку лісотранспортної інфраструктури завжди взаємопов'язані. Однак до цих робіт доцільно залучати не тільки фахівців лісової галузі, але і спеціалістів з питань ландшафтів і природозбереження, ґрунтознавства і гідрології, мисливствознавства тощо. При цьому має бути прийняті узгоджені рішення з урахуванням всіх аспектів функціонування лісової дороги [110,130].

#### 5.4 Рациональні способи виконання дорожньо-будівельних робіт

5.4.1 Ефективним як з позицій зниження затрат, так і забезпечення засад природозбереження при будівництві лісових доріг є застосування сучасного екскаватора для виконання основних робіт з улаштування земляного полотна. Однією цією землерийною машиною здійснюється комплекс необхідних робіт, включаючи переміщення деревини із дорожньої просіки. Особливості їх виконання полягають в наступному. Екскаватор, рухаючись по готовій ділянці земляного полотна, переміщує дерева на віддаль 30-80 м вздовж дороги і вкладає їх в придорожні канали, чи на укоси земляного полотна (рис. 5.10).



Рис. 5.10 – Переміщення зрубаних дерев з дорожньої просіки



Застосування такого прийому має такі позитивні моменти: не потрібно прибирати сучки, гілля і верхівки дерев із траси дороги; отримуванні лісосічні рештки вкладаються на укоси земляного полотна для забезпечення його швидкої стабілізації і попередження розмиву атмосферними опадами; досягається ущільнення відсипаного ґрунту гусеницями під час проходів екскаватора; колоди укладаються вздовж готової ділянки земляного полотна, по якому може проїхати лісовозний автомобіль для здійснення подальшого вивезення круглих лісоматеріалів.

Корчування пнів здійснюється ківшом екскаватора одночасно з виконанням землерийних робіт, пов'язаних зі створення виїмок чи малих насипів. Викорчовані пні вкладаються в основу насипу, що, до певної міри, надає йому стійкість проти сповзання. З цією метою на крутих схилах ківшом екскаватора також влаштовуються уступи в основі насипів. Під час прокладання земляного полотна екскаватор не тільки риє і перекидає ґрунт в потрібне місце, але й, за необхідності влаштування насипів, переміщує його в ківші в поздовжньому напрямку на невеликі віддалі. Одночасно з влаштуванням виїмок і насипів вирішується питання забезпечення поздовжнього водовідводу, тобто викопуються канали чи кювети. Ківшом екскаватора також вирівнюють і пригладжують укоси насипів і виїмок земляного полотна та здійснюється планування його поверхні. Для згаданих вище робіт, зазвичай, використовуються змінні ківші: для важких робіт, для копання каналів і ківш-планувальник (рис. 5.11). В умовах скальних ґрунтів додатково застосовується вібротолот.



Рисунок 5.11 – Робота екскаватора із різними ківшами

5.4.2 Необхідно зазначити ще одну особливість прокладання земляного полотна. У процесі роботи екскаватором не просто здійснюють переміщення ґрунту в поперечному чи поздовжньому напрямку для відсіпання елементів земляного полотна. Вирішується більш складне завдання. Його суть полягає в тому, що, залежно від гранулометричного складу ґрунту наявного по трасі дороги, здійснюється розподіл ґрунту за елементами земляного полотна. Рослинний шар, чи ґрунт з гіршими фізико-механічними властивостями укладають в тіло насипу. А ґрунт з включеннями кам'яних матеріалів укладається в поверхневий шар земляного полотна. Використання такого технологічного прийому дає змогу, без залучення привізного ґрунту, забезпечувати підвищення міцності верхнього шару земляного полотна, чим досягається покращення експлуатаційних властивостей дорожнього полотна загалом. Вигляд ділянки земляного полотна, прокладеного із застосуванням лише екскаватора, представлено на рис. 5.12.



Рис. 5.12 – Завершене земляне полотно лісової дороги

Крім того, за допомогою екскаватора здійснюється відбір крупного кам'яного матеріалу (рис. 5.13), який в подальшому використовується для укріплення укосів земляного полотна чи вхідних і вихідних отворів водопропускних споруд, а також влаштування перепадів в поздовжніх канавах (кюветах).





Рис. 5.13 – Відібраний крупний кам'яний матеріалі в процесі влаштування земляного полотна лісової дороги

Враховуючи віддаленість місць будівництва лісових доріг, їх порівняно невисоку капітальність, а також необхідність виконання умови мінімізації вартості їх будівництва, за допомогою екскаватора також виконуються роботи з влаштування поперечного водовідводу: викопуються котловани в місцях встановлення труб, укладаються їх елементи, здійснюється засипання їх ґрунтом, а також укріплюються вхідні та вихідні оголовки накидкою із крупних каменів.

Застосування описаного методу будівництва дає змогу забезпечити належну якість дорожньо-будівельних робіт за мінімального впливу на лісове середовище, зниження їх трудомісткості, високу продуктивність праці. При цьому суттєво зменшується кількість необхідної дорожньо-будівельної техніки, усувається потреба в її переїздах до місць виконання робіт чим суттєво знижуються не тільки витрати коштів, але і викиди в атмосферу від роботи двигунів внутрішнього згорання [37,129,131].

5.4.3 Ще одним методом врахування кліматичних аспектів є застосування на лісових дорогах місцевих матеріалів. В окремих випадках на лісових дорогах нижчих типів ефективним є застосування при будівництві мостів чи підпірних стін конструкцій із лісоматеріалів, які в достатніх обсягах заготовлюються лісовими підприємствами, в тому числі під час прорубки дорожніх просік. Доставка їх до місць будівництва здійснюється на невеликі відстані. Іншим позитивним моментом є те, що процес такого будівництва є нескладним і,

зазвичай, виконується силами місцевих робітників. Це важлива соціальна складова будівництва лісових доріг. Крім того, деревина є відновлюваним ресурсом і при її застосуванні не порушується вуглецевий баланс планети. Процес будівництва моста в ДП «Осмолодське лісове господарство» показаний на рис. 5.14. Важливим також є застосування біологічних методів для стабілізації укосів земляного полотна чи в конструкція укріплюючих споруд [132,133].



Рис. 5.14 - Будівництво дерев'яного моста на лісовій дорозі

Для гірських лісових територій характерними є виходи скальних порід, а переважаючим ґрунтами є суглинки з домішками щебню, гальки чи валунів, які зазвичай зустрічаються в місцях проходження трас доріг чи недалеко від них. За грамотного прийняття технічних рішень при проектуванні лісових доріг передбачається їх використання в дорожніх конструкціях. В залежності від крупності і міцності кам'яних матеріалів вони можуть служити для таких цілей: в якості основ дорожнього одягу; влаштування конструкцій укріплюючих і підпірних стін; укріплення вхідних і вихідних отворів водопропускних труб та мостів; влаштування кам'яних накидок для усунення розмиву укосів земляного полотна, місць виходу поверхневих вод із водовідвідних каналів чи перепускних лотків, дренажних конструкцій тощо. Цим забезпечується стійкість і довговічність роботи лісових доріг, усуваються умови для виникнення ерозійних процесів, зменшується потреба в роботі спеціальних кар'єрів, для яких потрібно проводити відведення земель, а також усувається необхідність перевезення вищезгаданих матеріалів на далекі відстані.



На рис. 5.15 і 5.16 подані приклади заростання укосів земляного полотна внаслідок посіву трав та застосування місцевих дорожньо-будівельних матеріалів, які знаходяться по трасі лісової дороги чи поблизу неї.



Рис. 5.15 - Укріплення місця виходу водовідвідної канави та укосів земляного полотна місцевими матеріалами



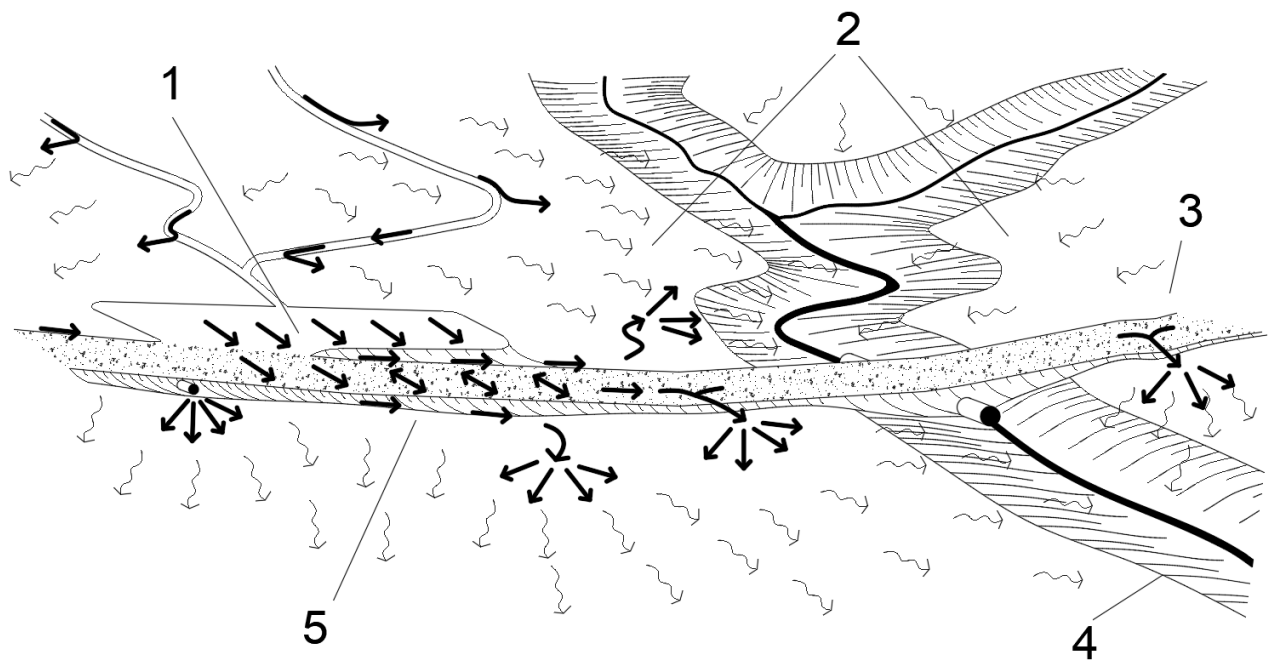
Рисунок 5.16 – Укріплення отвору водопропускної труби бутовим каменем

## 5.5 Гідрологічні аспекти лісотransпортної мережі

5.5.1 Ефективність ведення лісового господарства та гідрологічна роль лісових територій, в значній мірі, залежать від наявності і стану лісотransпортної мережі, яка базується на лісових автодорогах. Їх параметри і стан впливають на виконання лісогосподарських і лісозаготівельних робіт, строки вивезення лісової продукції та підвезення посадкового матеріалу, механізмів і працівників до місця робіт з охорони і захисту лісу, забезпечення своєчасної доставки засобів і людей для боротьби з лісовими пожежами та шкідниками і хворобами лісу. Відсутність оптимальної мережі лісових автодоріг і пов'язане з цим широке розповсюдження трелювальних волоків в лісових масивах є основним чинником зниження багатофункціональної ролі гірських лісових територій. Тракторне трелювання суттєво впливає на лісове середовище, що виражається у трансформації ґрунту на схилах та втратою ним родючості. Умови лісовідновлення та подальшого росту молодого покоління лісу значно погіршуються, посилюється розвиток ерозійних процесів, сильно зростає поверхневий та скорочується внутрішньо-ґрунтовий стік, що приводить до зниження водорегулюючої і захисної ролі гірських лісів. Нераціональне влаштування лісотransпортної мережі та неналежне її утримання призводить до підвищення температури поверхні та нагрівання приземної атмосфери. Внаслідок відбувається висихання ландшафту та змінюються його кліматичні умови.

Тому доцільним є застосування нових підходів до оптимізації лісотransпортної мережі в лісових масивах з урахуванням принципів інтегрованого ведення лісового і водного господарства, якими передбачено при прийнятті рішень застосовувати не тільки техніко-економічні, а й природозберігаючі критерії з урахуванням сучасних тенденцій кліматичних змін. Одним із методів вдосконалення лісотransпортної мережі є будівництво лісових автодоріг із врахуванням гідрологічних аспектів, які полягають у грамотному плануванні елементів водовідводу, поперечного і поздовжнього профілів доріг, а також влаштуванні на них простих інженерних водорегулюючих споруд. На рис. 5.17 показано, як приклад, схему ділянки лісової дороги в гірських умовах, де передбачено влаштування ряду заходів, спрямованих на мінімізацію впливу шляхів транспортування деревини на гідрологічний режим території та попередження виникнення ерозійних процесів. Застосування таких технологічних і конструктивних рішень, які є нескладними у виконанні і не вимагають великих коштів, дозволяє не допускати потрапляння ґрунтових осадів у річкову мережу, розпорошувати потоки поверхневих вод, зменшувати їх швидкість, що в кінцевому рахунку забезпечує утримання води в гірських лісах.





1- порушення ґрунтового покриву на лісовому складі; 2 - ґрунтова / лісова підстилка, що вбирає воду; 3- природній розосереджений рух води; 4 - зона фільтрування; 5 - стік води водовідвідною канавою

Рисунок 5.17 – Приклад облаштування водовідведення на лісових дорогах

Рекомендації з використання тих чи інших ефективних методів при проектуванні, будівництві і утриманні лісових доріг, спрямованих на забезпечення якості гірських лісових водозборів та покращення їх спроможності впливати на негативні тенденції кліматичних змін, відображені в результатах виконаних ГО «ФОРЗА» (<https://forza.org.ua>) міжнародних проектів спільно із словацькими лісівниками і Лісовою службою США (<https://www.fs.usda.gov>) та напрацюваннях УкрНДГірліс (<http://ukrrimf.org.ua>), який виконує функцію головної організації лісової галузі з питань лісотранспорту. Практична реалізація ряду вищезгаданих підходів до облаштування різних типів шляхів транспорту здійснена на модельному лісовому водозборі, який розташований на Перечинщині [60-62,74,85,134,135].

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. EU Bioeconomy Strategy Progress Report. European Bioeconomy Policy: Stocktaking and future developments. URL: <https://www.fediol.eu/data/ KI0122230ENN.en.pdf>
2. Державна стратегія управління лісами України до 2035 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text>
3. Climate change guidelines for forest managers. URL: <https://www.fao.org/3/i3383e/i3383e.pdf>
4. Андріанов М.С. Клімат / В кн. Природа Українських Карпат. Львів: Вид-во Львівськ. ун-ту, 1968. С. 87–101.
5. Воропай Л.І., Куниця, М.О. Українські Карпати: Фізико-географічний нарис. Київ: Радянська школа, 1966. 189с.
6. Порадник карпатського лісівника /За ред. Чернявського М.В. Івано-Франківськ: Фоліант. 2008. 368с.
7. Олійник В.С. Гідрологічна роль лісів Українських Карпат. Івано-Франківськ: Наїр, 2013. 232с.
8. Гірські природні комплекси України. URL: <http://zno.academia.in.ua/mod /book/ view. php?id=2443>
9. Дідух Я. П., Чорней І. І., Буджак В. В., Токарюк А. І., Кіш Р. Я., Протопопова В. В., Шевера М. В., Козак О. М., Контар І. С., Розенбліт Ю. В., Норенко К. М. Кліматогенні зміни рослинного світу Українських Карпат. Чернівці: Друк Арт, 2016. 280с.
10. Кіотський протокол. URL: <https://necu.org.ua/kiotskyj-protokol/>
11. Паризька угода. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/zmina-klimatu/pomyakshennya-zminy-klimatu/paryzka-ugoda/>
12. Ways Climate Change Impacts Forests. URL: <https://cnr.ncsu.edu /news/ 2021/08/5-climate-change-impacts-forests/>
13. Адаптація до зміни клімату. URL: [https://forza.org.ua/sites/default/files/adaptation\\_climate\\_change\\_brochure\\_ua\\_screen\\_final.pdf](https://forza.org.ua/sites/default/files/adaptation_climate_change_brochure_ua_screen_final.pdf)
14. Адаптація до зміни клімату. Навчальний посібник. URL: [https://www. forza.org.ua /sites/default/files/global\\_climate\\_changes\\_training\\_manual\\_ua\\_screen\\_final.pdf](https://www. forza.org.ua /sites/default/files/global_climate_changes_training_manual_ua_screen_final.pdf)
15. Климчук І. Я., Архипова Л. М. Дослідження змін клімату в Карпатському регіоні: наслідки та виклики для гірськолижних курортів. URL: DOI:10.31471 /2415-3184-2023-1(27)-66-74
16. Кравчик М., Когутяр Ю., Ковач М., Варга П., П'єха М., Гронські Я., Страка П., Оравцова М., Кравчікова Д., Чучка П., Волошин В. Вода без кордонів. Вода та кліматична стабільність регіону. Кошціце: Reklamny Dom, 2010. 176 с.
17. Кравчик М., Коржов В.Л. Проблемы оздоровления климата водными и растительными ресурсами. *Оборудование и инструмент для профессионалов*. 2012. №1. С.68-71
18. Ellison D., Morris CE., Locatelli B., Sheil D., Cohen J., Murdiyarso D., Gutierrez V., Van Noordwijk M., Creed I.F., Pokorny J., Gaveau D., Spracklen D.V., Tobella A.B., Ilstedt U., Teuling A.J., Gebrehiwot S.G., Sands D.C., Muys B., Verbist B., Springgay E., Sugandi Y., Sullivan C.A.. Trees, forests and water: cool insights for a hot world. URL: DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2017.01.002

19. Hesslerová P., Pokorný J., Brom J., Rejšková – Procházková A. Daily dynamics of radiation surface temperature of different land cover types in a temperate cultural landscape: Consequences for the local climate. URL: DOI: 10.1016/j.ecoleng. 2013.01.036
20. Hesslerová P., Pokorný, J., Huryňa H., Harper D. 2019. Wetlands and forests regulate climate via evapotranspiration. URL: <https://www.researchgate.net/publication/334239307> Wetlands\_and\_Forests\_Regulate\_Climate\_via\_Evapotranspiration
21. Simó G., Martínez-Villagrana D., Jiménez M.A., Caselles V. Cuxart J. 2018. Impact of the surface–atmosphere variables on the relation between air and land surface temperatures. URL: DOI: 10.1007/s00024-018-1930-x
22. Siwek J.P. Effects of hurricane-driven deforestation and reforestation on diurnal soil temperature changes in the Tatra mountains in southern Poland. URL: [http://dx.doi.org/ 10. 15576 /ASP.FC/2020.19.3.59](http://dx.doi.org/10.15576/ASP.FC/2020.19.3.59)
23. Nedbal V., Brom J. 2018. Impact of highway construction on and surface energy balance and local climate derived from LANDSAT satellite data. URL: DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018. 03. 220
24. Liu F., Jia X., Li W., Du A., Wang D. Analysis of Land Surface Temperature Evolution Based on Regional Road Scope. URL: [https://doi.org/10.1155/2020/ 4350787](https://doi.org/10.1155/2020/4350787)
25. Hesslerová P., Huryňa H., Pokorný J., Kozumplíková A., Vyskot I. Změny klimatizační funkce lesních porostů jako následek jejich plošného odumření po gradaci lýkožrouta smrkového. URL: [https://www.vulhm.cz/files/uploads/2022/ 03/ 652.pdf](https://www.vulhm.cz/files/uploads/2022/03/652.pdf)
26. Леса меньше «потеют», ландшафт перегревается. URL: <https://www.openforest.org.ua/200865/>
27. Kruhlov I., Thom D.k, Chaskovskyy O., Keeton W. S., Scheller R. M. Future forest landscapes of the Carpathians: vegetation and carbon dynamics under climate change. *Regional Environmental Change*. 18(5), 1555-1567
28. Закон України «Про ратифікацію Паризької угоди». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1469-19#Text>
29. Закон України «Про ратифікацію Рамкової конвенції ООН про зміну клімату». URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435/96-%D0%B2%D1 %80# Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435/96-%D0%B2%D1%80#Text)
30. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року». URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/ show/2697-19#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text)
31. Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/uhvaleno-strategiyu-ekologichnoyi-bezpeki-ta-adaptaciyi-do-zmini-klimatu-do-2030-roku>
32. The Role of Wood Material for Greenhouse Gas Mitigation. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11027-006-9035-8>
33. Macqueen D., Mayers J., Reid H. Could wood combat climate change? And could this help sustainable development? URL: [https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/13504 IIED.pdf](https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/13504_IIED.pdf)
34. Climate Implications of Increased Wood Use in the Construction Sector - Towards an Integrated Modeling Framework. URL: [https://pub.epsilon.slu.se/3967 /1 /Arbetsrapport\\_257.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/3967/1/Arbetsrapport_257.pdf)
35. Ліси українських Карпат як ресурс і спільне благо / за ред. Н. Погорілої, І. Соловія . Львів : Видавництво Українського католицького університету, 2023. 303с.

36. Spittlehouse D.L. Stewart R.B. Adaptation to climate change in forest management. URL: [https://www.researchgate.net/publication/228601739\\_Adaptation\\_to\\_climate\\_change\\_in\\_forest\\_management](https://www.researchgate.net/publication/228601739_Adaptation_to_climate_change_in_forest_management)
37. Коржов В.Л. Вдосконалення лісокористування як фактор запобігання кліматичних змін. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. Вип.9. 2011. С. 189-193.
38. Довідник з лісового фонду України за матеріалами державного обліку лісів. Ірпінь: ВО «Укрдержліспроєкт», 2012. 130с.
39. Наближене до природи та багатофункціональне ведення лісового господарства в Карпатському регіоні України та Словаччини /За ред. Криницького Г.Т., Чернявського М.В. Ужгород: Коло, 2014. 278с.
40. Фурдичко О. Карпатські ліси: проблеми екологічної безпеки і сталого розвитку гірського регіону. Львів: Бібльос, 2002. 192с.
41. Дорожня карта удосконалення ведення лісового господарства в Українських Карпатах на засадах наближеного до природи лісівництва /Голубчак О.І. та інші. Івано-Франківськ: Наір, 2018. 51с.
42. Пристая О.Д. Стан та стратегія розвитку лісотранспортної мережі України. URL: <https://www.slideshare.net/RadmilaUstych/pristaia>
43. Коржов В.Л., Кудра В.С., Тимчук Б.Й. Оцінка параметрів лісотранспортної мережі у гірських лісах (на прикладі ДП «Осмолодське лісове господарство»). *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2015. Вип.13. С. 210-216.
44. Коржов В.Л. Особливості технічного стану лісових шляхів в Українських Карпатах. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2021. Вип. 22. С. 217-226.
45. Лісове господарство України. URL: [https://ekoinform.com.ua/wp-content/uploads/2019/01/Brosura\\_DALR\\_2019\\_UA-web.pdf](https://ekoinform.com.ua/wp-content/uploads/2019/01/Brosura_DALR_2019_UA-web.pdf)
46. Bybluk N., Styranivsky O., Korzhov V., Kudra V. Timber harvesting in the Carpathians: Ecological problems and methods to solve them. *Journal of Forest Science*. 2010. Vol. 56 (7). P. 333-340.
47. Часковський О. Г., Карабчук Д. Ю., Іванюк А. П. Зміни лісового вкриття Українських Карпат за період 1984–2016 років. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019, Вип. 29(2), С. 9-14.
48. Коржов В.Л. Особливості гідрологічної ролі гірських лісових територій при виникненні паводків. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 25.3. С. 9-16.
49. Коржов В.Л., Кудра В.С., Кокоць С.Ю. Первинні шляхи транспортування деревини та їх екологічні наслідки. *Основні проблеми й тенденції подальшого розвитку лісового господарства в Українських Карпатах: Збірник матеріалів міжнар. наук.-практ. конф.* Івано-Франківськ: НАІР, 2018. С. 290-295.
50. Коржов В.Л., Кудра В.С., Кузик П.М. Лісівничо-екологічна ефективність застосування колісного трельовального трактора HSM-805S на гірській лісозаготівлі. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.7. С. 87-94.
51. Коржов В.Л., Кудра В.С. Лісівничо-екологічні аспекти роботи агрегатних машин на гірській лісозаготівлі в Українських Карпатах. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2011. Вип.10. С. 242-247
52. Vienna Declaration and Vienna Resolutions. Adopted at the Fourth Ministerial Conference on the Protection of Forest in Europe. URL: <https://www.ecolex.org/details/literature/declaration->

and-resolutions-adopted-at-the-4th-ministerial-conference-on-the-protection-of-forests-in-europe-mon-070856/

53. Туниця Ю.Ю. Природна економіка і наближене до природи лісівництво: ідентичність концепції та можливості їхнього взаємозбагачення. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. Вип.9. 2011. С.14-20.

54. Коржов В.Л. Современные тенденции механизации лесозаготовок. *Оборудование и инструмент для профессионалов*. 2008. №1. С.68-70.

55. Парпан В.І., Коржов В.Л., Корнієнко В.П., Сидорук Ю.К. До питання екологізації гірських лісозаготівель. *Наукові основи ведення сталого лісового господарства*. Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Івано-Франківськ: УкрНДДігріліс, 2005. С. 203-206.

56. Коржов В.Л. Вдосконалення лісових доріг - передумова раціонального природокористування в Карпатах: *Проблеми Гуцульщини*. Тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. Частина I. Чернівці:1993. С.30-32.

57. Коржов В.Л. Обґрунтування параметрів і технології будівництва гірських лісових автодоріг з використанням відходів виробництва. Автореф.дис.канд.тех.наук:05.21.01/Укр. держ. лісотех. у-тет. Львів, 1994. 30 с.

58. Бутко М.П., Алешугіна Н.О. Розвиток мережі шляхів автомобільного сполучення та її роль у зміцненні туристичного потенціалу України. *Регіональна економіка*. 2011. №2. С.23-33.

59. Якісні дороги допомагають ДСНС і медикам швидше пересуватися і реагувати на складні випадки. URL: <https://interfax.com.ua/news/economic/745318.html>

60. Коржов В.Л. Лісові автодороги - індикатор цивілізації. Необхідність розвитку дорожньої мережі. *Лісовий і мисливський журнал*. 2021. №3. С.11-13

61. Розвиток мережі лісових автодоріг в зоні дії інвестиційного проекту «Мале карпатське коло». URL: <http://ukrrimf.org.ua/uk/rozvytok-merezhi-lisovyh-avtodorig-v-zoni-diyi-investytsijnogo-proektu-male-karpatske-kolo/>

62. Коржов В.Л. До питання транспортування лісу в Карпатах. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість*. 1992. №4. С.23.

63. Рекомендації з класифікації стану водозбору для Українських Карпат. URL: <https://forza.org.ua/uk/rekomendaciyi-z-klasifikaciyi-stanu-vodozboru-dlya-ukrayinskih-karpat>

64. Коржов В.Л., Лойко Л.А., Дербаль Ю.Ю., Волошин Н.М. Лісові водозбори. Сучасні підходи з оцінки якості гірських лісових водозборів. *Лісовий і мисливський журнал*. 2021. №4. С.8-10

65. Методичні рекомендації з підготовки звіту з оцінки впливу на довкілля планованої лісогосподарської діяльності на водозбори гірських лісів Українських Карпат. URL: [https://ips.ligazakon.net/document/KP230112?an=16&ed=2023\\_02\\_07](https://ips.ligazakon.net/document/KP230112?an=16&ed=2023_02_07)

66. Lugo A. E., Gucinski H. Function, Effects, and Management of Forest Roads. URL: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00237-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00237-6)

67. Protocol on Sustainable Forest Management to the Framework Convention on the Protection and Sustainable Development of the Carpathians URL: [http://www.carpathianconvention.org/protocol\\_on\\_sustainable\\_forest\\_management.html](http://www.carpathianconvention.org/protocol_on_sustainable_forest_management.html)

68. Strategic Action Plan for the implementation of the Protocol on Sustainable Forest Management URL: [http://www.carpathianconvention.org/tl\\_files/carpathiancon/Downloads/03%20Meetings%20and%20Events/COP/2014\\_COP4\\_Mikulov/Follow%20Up/DOC11\\_Forest%20SAP%20FINAL\\_26\\_Sep\\_COP4.pdf](http://www.carpathianconvention.org/tl_files/carpathiancon/Downloads/03%20Meetings%20and%20Events/COP/2014_COP4_Mikulov/Follow%20Up/DOC11_Forest%20SAP%20FINAL_26_Sep_COP4.pdf)

69. Гопкало В. Стратегія дій. Виконання вимог Карпатської конвенції як запорука сталого лісоуправління в Карпатах. *Лісовий і мисливський журнал*, 2019. №6. С.11-14
70. Laschi A., Foderi C., Fabiano F., Neri, F. Cambi M., Mariotti B., Marchi E. Forest Road Planning, Construction and Maintenance to Improve Forest Fire Fighting: a Review. URL: <http://www.crojfe.com/site/assets/files/4308/laschi.pdf>
71. Guide for Forest Access Road Construction and Maintenance in the Southern Appalachian Mountains. URL: [https://www.ncforests.gov/publications/WQ\\_0214.pdf](https://www.ncforests.gov/publications/WQ_0214.pdf)
72. Guide to forest road engineering in mountainous terrain. URL: <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/tools/tool-detail/en/c/217985/>
73. Overview of Best Management Practices for Forest Road Construction and Harvesting Operations in Oklahoma. URL: <https://ag.ok.gov/wp-content/uploads/2020/12/Best-Management-Practices-for-Forest-Road-Construction-and-Harvesting-Operations-in-Oklahoma-Pocket-Guide.pdf>
74. Overview of Best Management Practices related to Forest Roads: The Southern States. URL: [https://www.researchgate.net/publication/237424595\\_Overview\\_of\\_Best\\_Management\\_Practices\\_related\\_to\\_Forest\\_Roads\\_The\\_Southern\\_States](https://www.researchgate.net/publication/237424595_Overview_of_Best_Management_Practices_related_to_Forest_Roads_The_Southern_States)
75. Ryan T., Phillips H., Ramsay J., Dempsey J. Forest Road Manual. Guidelines for the design, construction and management of forest roads. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Forest-road-manual%3A-guidelines-for-the-design%2C-and-Ryan-Phillips/529ca8ab9771c8e728bf29a966b67cc7857b8c2b>
76. Gropp, R., & McAvoya, D. Technical Manual for Landowners, Loggers and Resource Managers. URL: <https://extension.usu.edu/forestry/rural-forests/forest-management/>
77. Best Management Practices for Water Quality. Field manual for loggers, landowners, and land managers. URL: [https://cf-store.widencdn.net/widnr/4/3/6/436ee708-c2b4-455b-9943-f503ca7b8d35.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3D%22Best-Management-Practices-for-Water-Quality---FR-093.pdf%22&response-content-type=application%2Fpdf&Expires=1702390152&Signature=X~oulrwpf8Zh3y0jgvhbKqRVRe0Wi504UNq7wS-4k74j8V88FXhWMyJYld7KfbuBtjVGSmdU1Gn5XL1JveD5LgXUPRkcgz7-DKCv3-b90YEKTgqb2baXqYStIArNAVWPeeEeTL79AX07YL0CBTeFWEuCz2ygEEKOPIpA9w6KFy6R6rcMsm2P57E9wTikdtAQUEW3SyCc6SBfDSTU-jYybo6SKfznlhL~HH6UaRHZc1plYC~lah35mKWLC6p6OUMy30muNIz0USLFE0~tvV03MWJKRSDjcr1w7FwE4dvStP8yM57ODXYWVPYhxPXu4W4pxC6-AWm1UxpkTMeoSlwhw\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJD5XONOBVWVOA65A](https://cf-store.widencdn.net/widnr/4/3/6/436ee708-c2b4-455b-9943-f503ca7b8d35.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3D%22Best-Management-Practices-for-Water-Quality---FR-093.pdf%22&response-content-type=application%2Fpdf&Expires=1702390152&Signature=X~oulrwpf8Zh3y0jgvhbKqRVRe0Wi504UNq7wS-4k74j8V88FXhWMyJYld7KfbuBtjVGSmdU1Gn5XL1JveD5LgXUPRkcgz7-DKCv3-b90YEKTgqb2baXqYStIArNAVWPeeEeTL79AX07YL0CBTeFWEuCz2ygEEKOPIpA9w6KFy6R6rcMsm2P57E9wTikdtAQUEW3SyCc6SBfDSTU-jYybo6SKfznlhL~HH6UaRHZc1plYC~lah35mKWLC6p6OUMy30muNIz0USLFE0~tvV03MWJKRSDjcr1w7FwE4dvStP8yM57ODXYWVPYhxPXu4W4pxC6-AWm1UxpkTMeoSlwhw__&Key-Pair-Id=APKAJD5XONOBVWVOA65A)
78. Forestry Best Management Practices and Conservation of Aquatic Systems in the Southeastern United States. URL: <https://doi.org/10.3390/w13192611>
79. West Virginia Silvicultural Best Management Practices for Controlling Soil Erosion and Sedimentation from Logging Operations. URL: [https://wvforestry.com/pdf/Appendix%20F%20DOF\\_BMP\\_manual.pdf](https://wvforestry.com/pdf/Appendix%20F%20DOF_BMP_manual.pdf)
80. Guide to forest road engineering in mountainous terrain. URL: <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/tools/tool-detail/en/c/217985/>
81. Best Management Practices for Low-Volume Forest Roads in the Piedmont Region: Summary and Implications of Research. URL: <https://journals.sagepub.Com/doi/10.3141/2472-06>
82. Forest Roads Inventory. URL: [https://www.michigan.gov/dnr/0,4570,7-350-79119\\_79148\\_80679---,00.html](https://www.michigan.gov/dnr/0,4570,7-350-79119_79148_80679---,00.html)
83. Showcasing the DNR: State forest roads inventory completed. URL: <https://content.govdelivery.com/accounts/MIDNR/bulletins/226177f>



84. Миклуш С.І., Горошко М.П., Часковський О.Г. Геоінформаційні системи в лісовому господарстві. Львів: Камула, 2007. 128 с.
85. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS. навч. посіб. Львів: Простір-М, 2021. 228 с.
86. Коржов В.Л., Часковський О.Г. Методологічні аспекти створення геоінформаційної системи лісових автодоріг. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2016. Вип. 14. С. 259-264.
87. Коржов В.Л., Часковський О.Г. ГІС лісових автодоріг як складова ефективних методів гасіння лісових пожеж. *Теперішнє та майбутнє лісів екотону середніх широт*. Тези доповідей міжнар. наук.-практ. конф. К.: НУБіП. 2021. С. 63-64
88. Коржов В.Л. Практичні шляхи покращення якості гірських лісових водозборів в Українських Карпатах. URL: <https://www.informdom.com/derevoobrabotka/2021/3/praktichnshlyahi-pokraschennya-yakost-grskih-lsovih-vodozborv-v-ukraynskih-karpatah.html>
89. Програма будівництва лісових доріг і впровадження природозберігаючих технологій лісозаготівель у гірських умовах Закарпаття. URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/KP990670.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP990670.html)
90. Закон України «Про мораторій на проведення суцільних рубок у гірських ялицево-букових лісах Карпатського регіону». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1436-14#Text>
91. Державна програма "Ліси України" на 2002-2015 роки. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/581-2002-%D0%BF#Text>
92. Державна цільова програма “Ліси України” на 2010—2015 роки. URL: <https://www.kmu.gov.ua/nras/242334419>
93. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо заборони суцільних рубок на гірських схилах в ялицево-букових лісах Карпатського регіону». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/249-20#Text>
94. Петров А.П., Бурдин Н.А. Кожухов Н.И. Лесной комплекс. Вопросы теории и практики. М.: Лесная промышленность, 1986. 296с.
95. Писаренко А.И. Комплексные предприятия - прогрессивная форма организации производства. В кн. «Проблемы комплексных лесных предприятий в Карпатах». Ужгород; Карпаты, 1969. С. 24-30.
96. Туница Ю.Ю., Грунянский И.И., Верес В.Ф. Комплексное лесное хозяйство. М.: Агропромиздат, 1987. 215 с.
97. Морозов Г. Ф. Учение о лесе. М.: Гослесбумиздат, 1949. 89 с.
98. Верес В.Ф. Прикарпатліс: досвід безвідходного виробництва. Ужгород: Карпати, 1986. 126с.
99. Історія Вигодського лісокомбінату. URL: <http://vygodalis.com.ua/?m0prm=28&m1prm=50>
100. Бондар В.С., Телішевський Д.А. Комплексне використання і охорона лісів. К.: Урожай, 1985.182 с.
101. Фурдичко О.І. Ефективність ресурсно-виробничого потенціалу лісогосподарського комплексу (теорія, методологія, практика). Львів: Світ, 1995. 228 с.
102. Временная инструкция по проектированию и строительству лесных автомобильных дорог в горных условиях Карпат. Утв. Минлеспромом Украины 14.04.1980г. 76с.
103. Інструкція по проектуванню лісових автомобільних доріг в гірських умовах Карпат. К.: Мінпром України. 1994. 67с.

104. ВСН 7-82 Инструкция по проектированию лесохозяйственных автомобильных дорог. М.: Гослесхоз СССР. 1982. 92с.
105. Korzhov V. Current problems of improving the requirements for designing mountain forest roads. URL: <https://drive.google.com/file/d/1P5YJnolk2--Gph0nmWx3I7SkTCNCh7B6/view>
106. Коржов В.Л. Сучасні аспекти оптимізації вимог до параметрів лісових автодоріг в Україні. URL: <https://www.informdom.com/derevoobrabotka/2021/1/aktualnst-rozvitku-dorozhnoy-merezh-lsovih-teritori.html>
107. Коржов В.Л. Вдосконалення нормативів проектування лісових доріг в Україні. URL: <https://www.informdom.com/derevoobrabotka/2023/1/vdoskonalennya-normativv-proektuvannya-lsovih-dorg-v-ukrayn.html>
108. Coffin A.W. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966692306001177>
109. Road construction accelerates climate change. URL: <https://wilderness-society.org/road-construction-accelerates-climate-change/>
110. Литвиненко Т.П. Екологічні принципи проектування автомобільних доріг. URL: [https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/7873/1/Znpgmb\\_2013\\_4%20282%29\\_\\_18.pdf](https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/7873/1/Znpgmb_2013_4%20282%29__18.pdf)
111. Перович Л.М., Ванчура Р. Вплив автомобільного транспорту на забруднення земельних ресурсів. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/may/1864/gka73201019.pdf>
112. Тимочко Т.В. Екологічні проблеми транспортної галузі: погляд громадськості. URL: <https://www.ecoleague.net/pro-vel/misiia-vel/vystupy-publikatsii/2011/item/68-ekolohichni-problemy-transportnoi-haluzi-pohliad-hromadskosti>
113. Підготовка звіту з оцінки впливу на довкілля при будівництві та реконструкції автодоріг: методичний посібник. URL: [https://www.researchgate.net/publication/338006515\\_Pidgotovka\\_zvitu\\_z\\_ocinki\\_vplivu\\_na\\_dovkilla\\_pri\\_budivnictvi\\_ta\\_rekonstrukcii\\_avtodorig\\_metodicnij\\_posibnikreport-EIA\\_roads-final](https://www.researchgate.net/publication/338006515_Pidgotovka_zvitu_z_ocinki_vplivu_na_dovkilla_pri_budivnictvi_ta_rekonstrukcii_avtodorig_metodicnij_posibnikreport-EIA_roads-final)
114. Trombulak S., Frissell, C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic ecosystems. URL: [https://www.researchgate.net/publication/227603767\\_Review\\_of\\_Ecological\\_Effects\\_of\\_Roads\\_on\\_Terrestrial\\_and\\_Aquatic\\_Communities](https://www.researchgate.net/publication/227603767_Review_of_Ecological_Effects_of_Roads_on_Terrestrial_and_Aquatic_Communities)
115. Road building, land use and climate change: prospects for environmental governance in the Amazon. URL: [https://www.researchgate.net/publication/5584083\\_Road\\_building\\_land\\_use\\_and\\_climate\\_change\\_Prospects\\_for\\_environmental\\_governance\\_in\\_the\\_Amazon](https://www.researchgate.net/publication/5584083_Road_building_land_use_and_climate_change_Prospects_for_environmental_governance_in_the_Amazon)
116. Häyrynen T. Forest road planning and landscaping. URL: <http://www.nzdl.org/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0aginfo--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11----0-0-&a=d&c=aginfo&cl=CL2.8&d=HASHc0f452759080ee9425fb05.3.4#HASHc0f452759080ee9425fb05.3.4>
117. Ševelová L., Arias P.F., Šlezinger M. Influence of Improving Materials of Forest Roads on the Surrounding Environment. URL: <http://www.pjoes.com/pdf-115272-51820?filename=Influence%20of%20Improving.pdf>
118. Caliskan E. Environmental impacts of forest road construction on mountainous terrain. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3627898/>
119. Boston K. The Potential Effects of Forest Roads on the Environment and Mitigating their Impacts. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40725-016-0044-x>

120. The impacts of rural road development on forests, greenhouse gas emissions, and economic growth in developing countries. URL: [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/ PA00T7WH.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00T7WH.pdf)
121. Hosseini S.A., Parsakhoo A., Seifi R. Investigating the Effects of Technical Parameters of Forest Road Planning and Building on Traffic Noise Reduction. URL: [http://www.pjoes.com /Investigating-the-Effects-of-Technical-Parameters-r-nof-Forest-Road-Planning-and,88860,0,2.html](http://www.pjoes.com/Investigating-the-Effects-of-Technical-Parameters-r-nof-Forest-Road-Planning-and,88860,0,2.html)
122. Special Issue. Planning, Design and Maintenance of Forest Road Networks. URL: [mdpi.com/journal/forests/special\\_issues/road\\_networks](http://mdpi.com/journal/forests/special_issues/road_networks)
123. Коржов В.Л., Кудра В.С. Лісотехнічна меліорація трельовальних волоків в гірських лісах з використанням екскаватора. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2019. Вип. 18. С. 194 -201.
124. Коржов В.Л., Кудра В.С. Ефективність лісотехнічної меліорації трельовальних волоків на гірських схилах. *Відтворення лісів та лісова меліорація в Україні: Витоки, сучасний стан, виклики сьогодення та перспективи в умовах антропогену*. Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. К.: Ліра–К. 2019. С. 123-124.
125. A new era in the forest machine industry. *Forestec*. 2000. № 8. Р.14-15.
126. Сабадир А.І., Коржов В.Л. Удосконалення гірських лісозаготівель. *Лісовий і мисливський журнал*. 2008. № 2. С. 16-17.
127. Коржов В.Л., Кудра В.С. Лісівничо-екологічні аспекти роботи агрегатних машин на гірській лісозаготівлі в Українських Карпатах. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2012. Вип.10. С. 242-247.
128. Коржов В.Л., Кудра В.С. Новітні технології лісокористування. Лісівничо-екологічні аспекти застосування машинної заготівлі деревини на гірських схилах. *Лісовий і мисливський журнал*. 2012. №5. С.14-17.
129. Рекомендації із оптимізації транспортної складової собівартості деревини / Коржов В.Л., Кудра В.С., Кузик П.М., Пукман В.В., Кокоць С.Ю., Пристая О.Д. Івано-Франківськ: Фоліант. 2014. 20с.
130. Рекомендації з удосконалення технології лісозаготівлі при різних способах рубок в гірських лісах Українських Карпат / Коржов В.Л., Кудра В.С., Кузик П.М., Тимчук Б.Й., Кокоць С.Ю., Пукман В.В., Стиранівський Ю.О.. Івано-Франківськ: Просвіта, 2017. 52с.
131. Пристая О.Д. Коржов В.Л. Особливості організації будівництва лісових автодоріг в Карпатському регіоні. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2010. Вип. 8. С. 162 - 166.
132. New Zealand Forest Road Engineering Manual. URL: <https://www.nzfoa.org.nz/resources/file-libraries-resources/transport-and-roading/843-nz-forest-road-engineering-manual-2020/file>
133. Альбом. Конструкції земляного полотна, водопропускних труб, водовідвідних і селезахисних споруд для гірських автомобільних доріг України.198-2002.ЗП. Івано-Франківськ: Галдорпрогрес, 2003. 108с.
134. Чабоун В., Сачков І., Барка І., Парпан В., Коржов В., Дербаль Ю. Ведення лісового господарства як система для зменшення небезпеки виникнення паводків. Практичні рекомендації. Зволен: Національного лісовий центр Словаччини, 2015. 52с.
135. Коржов В. Л., Дербаль Ю. Ю. Демонстраційний водозбір «HYDROFOR - ПОЛЯНА». Екскурсійний путівник об'єктом міжнародного проекту «HYDROFOR» Івано-Франківськ: 2015. 32с.