

2. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

УДК 630.3.001.12/18

Проф. Н.І. БИБЛЮК¹, д-р техн. наук – УкрДЛТУ

ЛІСОТРАНСПОРТ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ: ГОЛОВНІ ЕТАПИ І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ

Описано головні особливості технології і технічного забезпечення промислового лісотранспорту, який застосовувався на території теперішніх Івано-Франківської, Закарпатської і Львівської областей, з початку його виникнення до сьогоднішнього дня. Відзначено вплив природних умов, соціально-культурних процесів на становлення й розвиток лісотранспорту та наслідки його зворотної дії на довкілля. На підставі порівняльної оцінки екологічних і техніко-економічних характеристик сучасних лісотransпортних засобів для гірських умов запропоновано доцільні варіанти їх застосування на найближчу перспективу.

Ключові слова: лісотransпортні засоби в Карпатах, екологічні наслідки лісо-заготівлі, природоохоронні технології.

Prof. N.I. BYBLYUK – USUFWT

Forestry transport in Ukrainian Carpathians: main stages and tendencies of development

Main features are described of technology and technical providing of industrial forestry transport, which was used on territory of the Nowadays Ivano-Frankivsk, Zakarpatian and Lviv regions, from the beginning of his origin for today. Influencing is marked of nature terms, socially and cultural processes on becoming and development of forestry transport and consequences him turn actions on environment. On the basis of comparative estimation of ecological and techno-economic descriptions of modern forestry transport facilities for the mountain terms expedient variants are offered of their application on the nearest prospect.

Keywords: forest transportation means in Carpathians, ecological consequences of the timber purveying, nature protection technologies.

Деревина завжди відігравала важливу роль для жителів гір. Вона широко використовувалася для спорудження дерев'яних споруд різного призначення, у господарстві, побуті, ужитковому мистецтві. Транспортування деревини для побутових потреб у Карпатах здійснювалося за допомогою тварин (коней і волів) волоком, з використанням полозних (волокуші, сани) та колісних (вози) засобів.

З XV ст. у зв'язку з розвитком торгівлі виникає попит на карпатську деревину з боку європейського ринку, що зумовило потребу у створенні транспортних комунікацій і засобів для її переміщення. Становлення і удосконалення транспортних засобів на кожному етапі суспільного розвитку значною мірою визначаються природно-географічними факторами і рівнем розвитку продуктивних сил, а на певних його етапах – також традиційною структурою господарських занять населення. Протягом останніх двох століть роль транспортних комунікацій у Карпатах виконували ріки (лісосплав), залізниці, авто-

¹ Department of Forest Machines and Roads, Ukrainian State University of Forestry and Wood Technology, 103, General Chuprynka St., Lviv, 79057, Ukraine. Tel. 39-06-69. Fax +380-322-237-89-05. E-mail: bybluk@forest.lviv.ua

Масштаби, режими та інтенсивність лісосплаву забезпечували спеціальні водозбірні та водонапірні греблі, призначені для покращення сплавопропускної здатності рік (рис. 2). Промисловий лісосплав вимагав облаштування водних артерій шляхом розчищення русла, зміцнення берегів, влаштування споруд для вирівнювання річкового дна (рис. 3). Деревину з лісосік до місця складування перевозили воловим і кінним транспортом, у 40-70 рр. ХХ ст. також тракторами. До підніжжя гори на лісосіках з крутими схилами звалені стовбури спускали в окорованому вигляді шляхом так званого ризування земляними, звичайними дерев'яними і дерев'яними водогінними ризами або просто самоспуском. Спущену деревину складували біля підніжжя гори в рагаш (рис. 3).

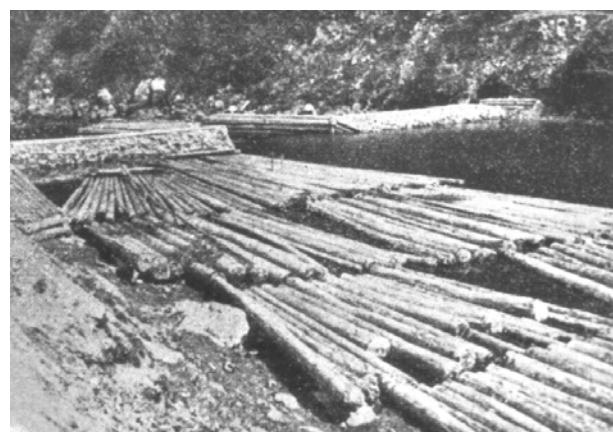
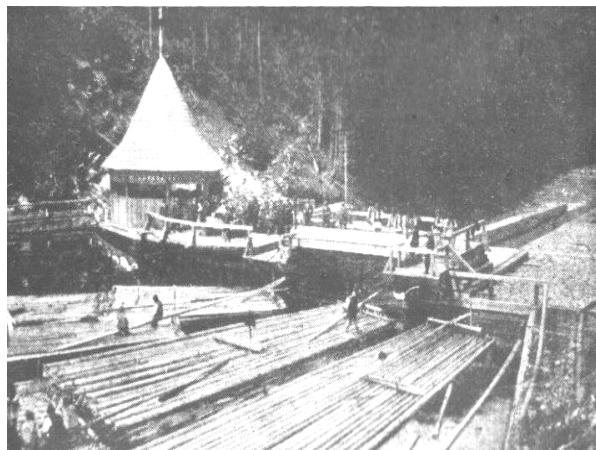


Рис. 2. Греблі: водозбірна "Лостун" (зліва); водозбірна з плотопропуском "Марійн"; низьконапірна (справа)

У зв'язку з прокладанням вузькоколіїних залізниць у глибинні лісові масиви на початку ХХ ст. масштаби сплаву лісу зменшуються. У 20-30-х роках ХХ ст. активно експлуатувалася р.Черемош (у 1924 р. сплавлено понад 200 т.м³ дерева), а в 50-х роках р.Тиса – 200 т.м³ щорічно і р.Черемош – у 12 разів більше, ніж у довоєнні роки. Підраховано, що на початку ХХ ст. з території Українських Карпат оплавлялося ріками і вивозилося залізницями понад 6-8 млн. м³ щорічно.

До негативних наслідків промислового лісосплаву належать: руйнування берегових укріплень, знищення ділянок доріг і мостів, забруднення і замулювання русла, погіршення водяного режиму ріки. Окрім того, лісосплав характеризувався високою трудомісткістю і небезпечністю ручних робіт. Промисловий лісосплав є конкурентоспроможним у разі відсутності альтернативних способів транспортування – залізницями і автопотягами.

Вузькоколіїні залізниці і автопотяги. З останньої чверті XIX до 50-х рр. XX ст. в Українських Карпатах споруджувалися лісові вузькоколіїні залізниці шириною колії 700-760 мм. на кінній і локомотивній тязі. На Закарпатті у зазначений період споруджено близько 1000 км вузькоколіїних залізниць різного призначення. Для транспортування деревини на Закарпатті було створено розгалужену мережу залізниць в Ужанській, Латорицькій, Боржавській, Тересвянській, Верхнетисянській долинах [4], на Передкарпатті – в басейнах рік Бистриця Надвірнянська, Лімниця, Свіча [5]. Тимчасові дороги невеликої протяжності діяли і в інших місцевостях Українських Карпат. Вони призначалися переважно для доставляння деревини з Карпатських пралісів на деревообробні підприємства і лісохімічні заводи. Більшість з перерахованих залізниць було відновлено після другої світової війни і вони діяли до кінця 50-70 рр. XX ст.

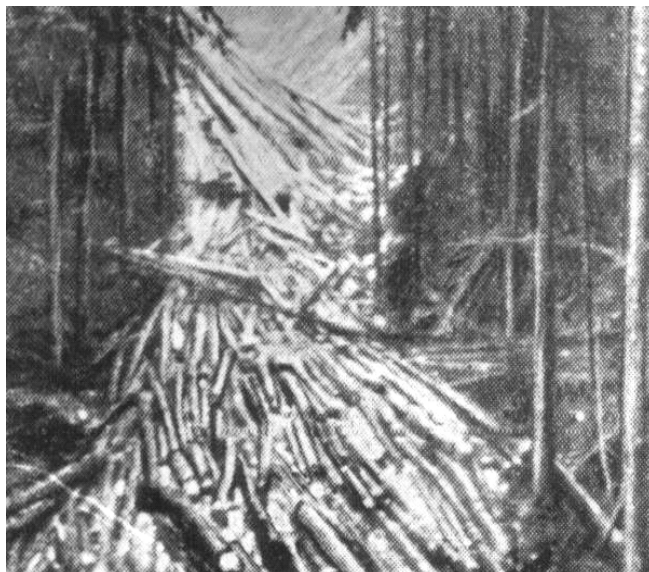
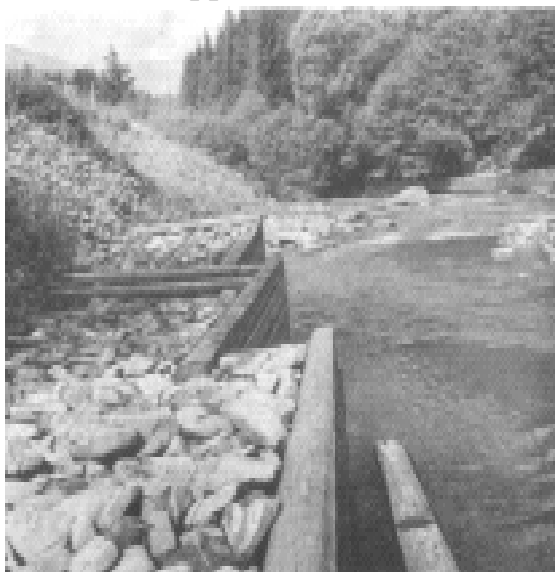


**Рис. 3. Берегові укріплення (зліва);
рагаши; дерев'яні ризи (справа)**

Найбільшою мережею залізниць на Україні і однією з найбільших у Європі була залізниця Брошнів-Осмолода (рис. 4). Її загальна довжина разом із залізницею у Вигоді (об'єднані в 60-х рр.) становила 450 км.

У зв'язку зі значним скороченням об'єму лісозаготівлі в Карпатах в останній чверті XX ст. транспортування деревини вузькоколійними залізницями стало нерентабельним. У 60-х рр. розпочато інтенсивне прокладання лісовозних автодоріг і здійснено перехід на вивезення деревини автомобілями і автопотягами.

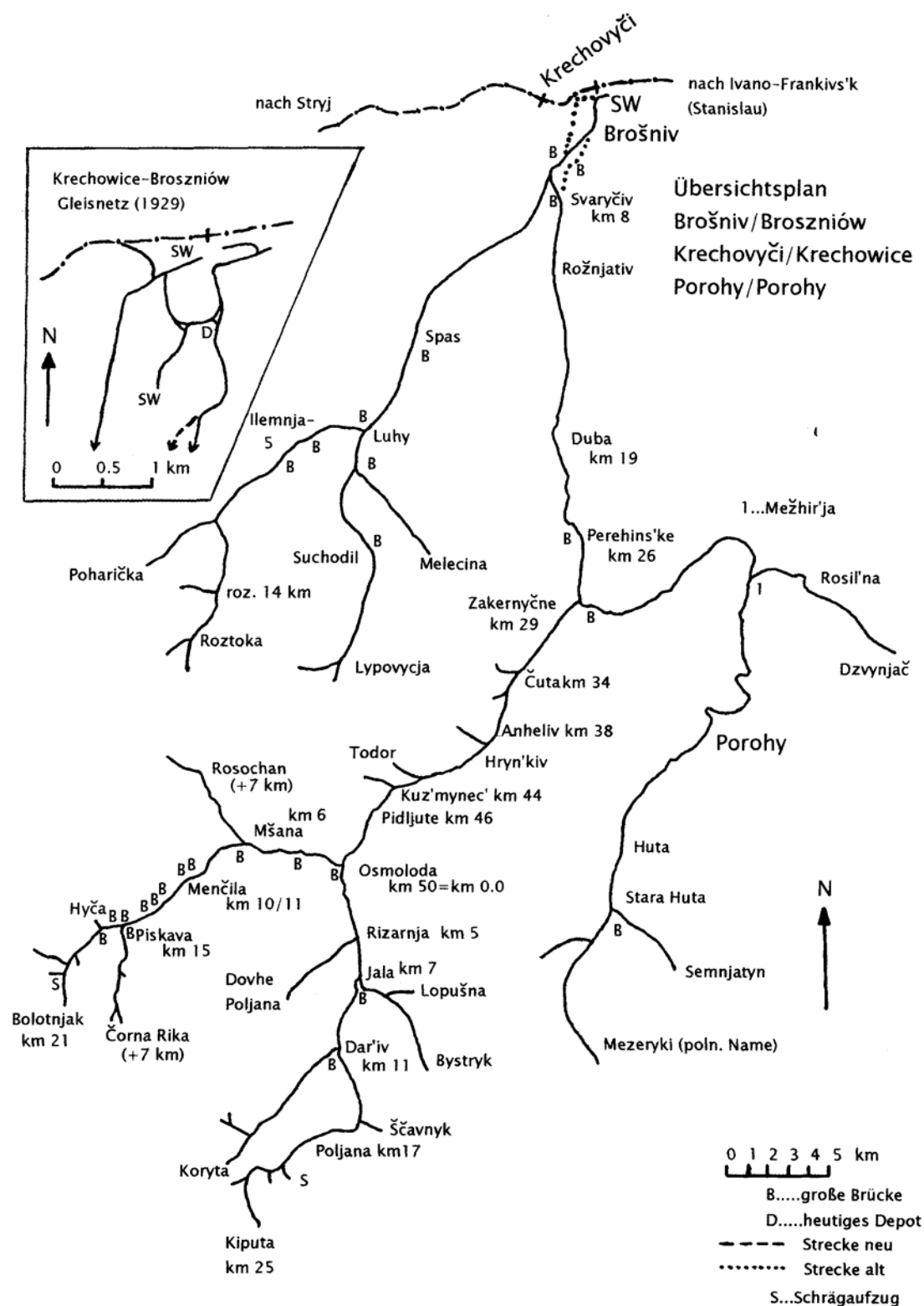


Рис. 4. Схема залізничної мережі Брошнів-Луґи-Осмолода-Пороги

До залізниць і автодоріг деревина від підніжжя гір доставлялася волоком – кіньми і тракторами. Для спуску деревини з крутих схилів використовувалися ризи, стаціонарні ланкові підвісні системи, в окремих випадках ланво-рейкові дороги довжиною 500-2000 м. Навантажувалася деревина на рухомий склад вручну з естакад, ланво-підвісними засобами з використанням лебідки, автокранами, щелепними навантажувачами на гусеничному тракторі, в останні десятиліття – також гідро-маніпуляторами, встановлюваними на лісовозному автомобілі.

Деревина транспортувалася переважно сортиментами довжиною 6-13 м вузькоколійними залізницями, також стовбурами. Розвантаження деревини на нижніх складах здійснювалося крановими установками різних типів (рис. 5).

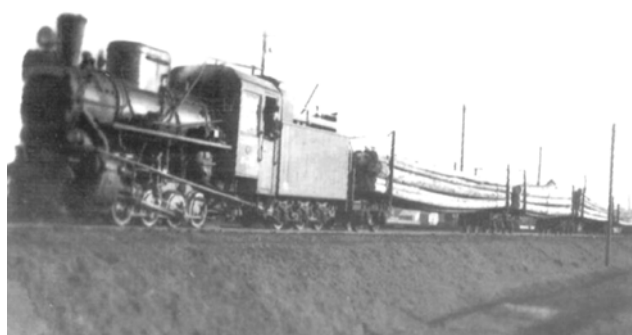


Рис. 5. Локомотив "Розенберг", Ворохта, 1905 р., (зліва); ПТ-4-185 на перевезенні стовбурів, Брошнів, 60-ті роки; нижній склад у Тересві, 1994 р.

Багатовікове надмірне вирубування лісів без здійснення потрібних лісовідновлюваних заходів, інтенсивне будівництво промислових лісозаготівельних об'єктів (верхніх і нижніх складів, гаражів, доріг) та їх експлуатація без дотримання екологічних норм, інші форми антропогенного впливу порушили гірські та передгірські екосистеми, призвели до зниження водоохоронно-захисної ролі Карпат, посилення ерозійних процесів, зменшення біологічної стійкості деревостанів. Це спричинило розвиток у Карпатах небезпечних екзодинамічних процесів – ерозій, селей, зсувів, повеней, які завдають великої шкоди народному господарству.

Будівництво лісовозних доріг у Карпатах стало важливим фактором виникнення зсувних процесів. Під час будівництва лісовозних доріг безпосередньо в руслах потоків, часом біля самого підніжжя схилів, здійснюється їх підрізання, природна стійкість схилу порушується, він відступає на 1,5-3 і більше метрів, а делювіальні відклади обвалюються до підніжжя схилу. Пізніше у період розмерзання снігів чи затяжних дощів перезволожений ґрунт під дією сили тяжіння продовжує сповзати вниз. Такі опливні процеси найчастіше спостерігаються в басейнах рік Черемоша, Тиси і Прута. Їх інтенсивність істотно залежить від крутості схилу. На рис. 6 наведено залежність площі і об'єму зсуву від крутості схилу за даними обстежень зсувів у Закарпатській області в 1998-2001 рр. [10].

Оцінка дії лісозаготівлі на довкілля. Відчутною для довкілля є лісозаготівля, оскільки під час звалювання і транспортування деревини із застосуванням недосконалої техніки і технології пошкоджується деревостан, під-

лісок, підріст, природні водотоки і ґрунт. Це зумовлює потребу у вивченні екологічних наслідків лісоексплуатації для визначення розмірів збитків і розроблення способів раціонального ведення лісозаготівельних робіт у Карпатах.

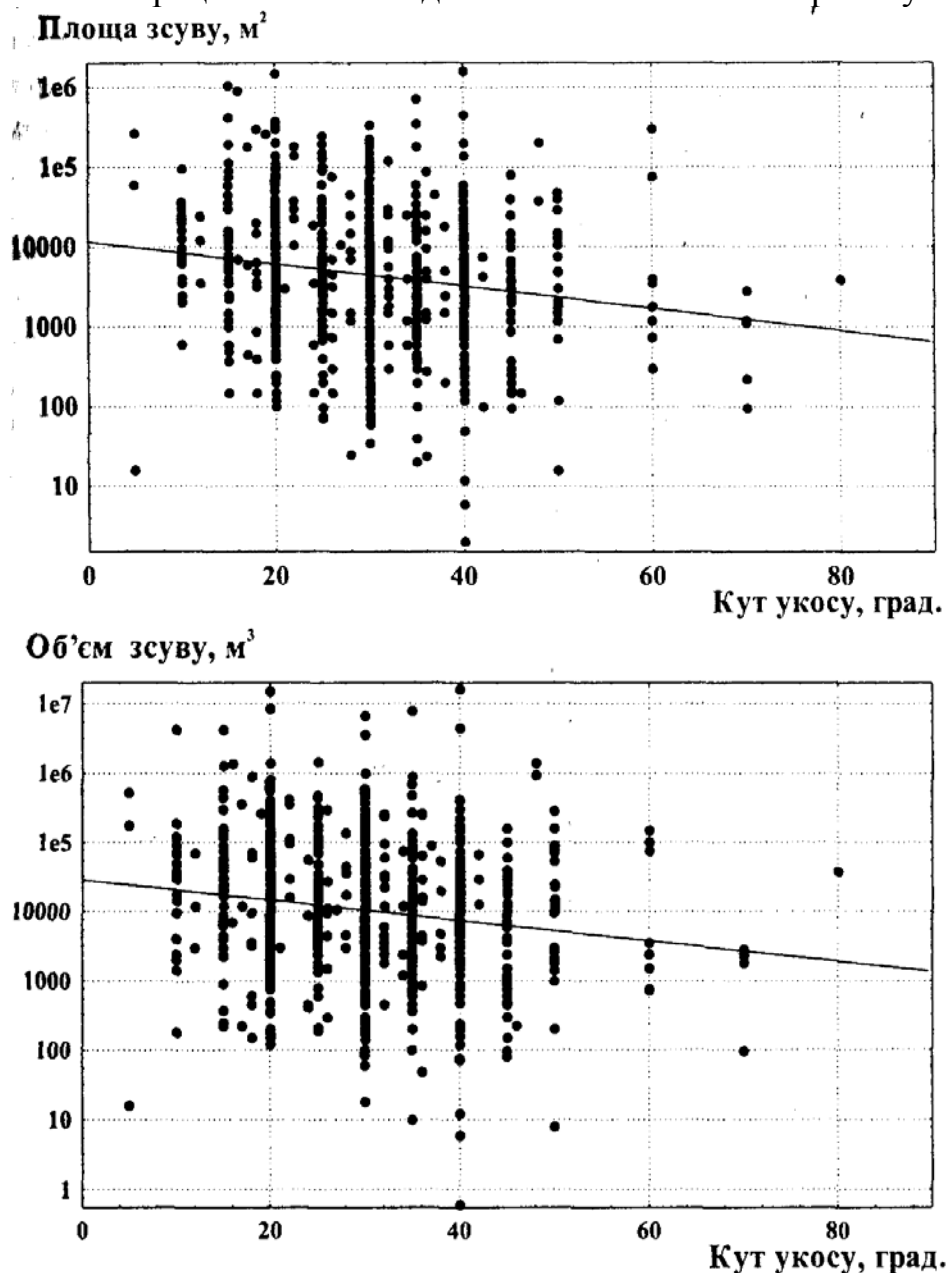


Рис. 6. Залежність площі і об'єму зсуву від крутості схилу

Природні умови Карпат великою мірою визначаються їх геологічною структурою. Беручи до уваги поздовжню структурно-геоморфологічну зональність П. Цись (1968) розрізняв в Українських Карпатах сім геоморфологічних областей, з яких найнебезпечнішими щодо виникнення ерозійних процесів є області Зовнішніх Карпат, Вододільно-Верховинська і Полонинсько-Чорногорська.

Область Зовнішніх Карпат характеризується низькогірними та середньогірними ландшафтами (Бескиди), і тільки у східній її частині (Горгани) є високі хребти (1600...1800 м), що зумовлює переважання крутих схилів. У геологічній будові Бескиду переважають глинясті сланці, що спричинило утворення стійких до ерозії мало- та середньосуглинистих бурих лісових ґрунтів (групи I і II за класифікацією В. Пешка [8] щодо їх протиерозійних влас-

тивостей). Профіль цих ґрунтів достатньо потужний (45...70 см і більше). Ґрунтам властива висока шпаруватість та інфільтраційна здатність.

Табл. 1. Класифікація ґрунтів за ступенем ерозійності (за В. Пешком, 1972 р.)

Група	Ступінь ерозійності	Тип ґрунту
I	стійкі	темні мало- і середньокам'яністі суглинкові ґрунти (профіль понад 0,7 м, інфільтраційна здатність 3...8 см/хв.)
II	середньо-стійкі	світлі типові бурі лісові ґрунти й слабопідзолисті різновидності (профіль 0,45...0,5 м, інфільтраційна здатність 1...3 см/хв.)
III	малостійкі	сильнокам'яністі ґрунти з переважним вмістом дрібної скалі (скелетність 75...85 %, роздрібнені горизонти не заростають травою)
IV	нестійкі	сильно кам'яністі буроземні "підвішені" ґрунти (дрібнозем до глибини 100...150 см виступає фрагментарно)

У Горганах поширені малостійкі та нестійкі до ерозії ґрунти (групи III й IV). Природне поновлення перетворених на кам'яністі розсипища верхніх горизонтів таких ґрунтів практично неможливе.

Для Вододільно-Верховинської області найтиповішим є структурно-ерозійний низькогірний рельєф (600...700 м). Скельні утворення тут трапляються рідко. У геологічній будові переважають глинясті сланці, що легко розмиваються водами. У районі Привододільних Карпат, що входять до цієї області, спостерігається досить різке вертикальне розчленування і, як наслідок – наявність кам'яних розсипів.

Полонинсько-Чорногорська область характеризується значною висотою хребтів (1030...1800 м) і наявністю щільних пісковиків у геологічній будові, що зумовило значну крутість схилів (25...30) та утворення сильно кам'янистих ґрунтів.

Узагальнюючи матеріали опублікованих [8, 10] й виконаних нами [1] досліджень, зроблена спроба оцінити екологічну сумісність наявних технологій лісозаготівлі з природним середовищем. Головними наслідками впливу лісозаготівлі на водоохоронно-ґрунтозахисні властивості лісів і лісовідновлення є пошкодження поверхні ґрунту.

Особливо незадовільним станом ґрунтової поверхні за одних і тих самих способів трелювання деревини характеризується суцільне рубання, внаслідок якого площа пошкодженого ґрунту становить 40...85 % від загальної площі лісосіки, об'єм знесеного ґрунту – 180...320 м³/га, процент гумусу знижується приблизно на третину початкової величини, а поверхневий стік зростає понад 50 %. Для суцільного рубання підріст зберігається на 10...40 % площі, тривалість природного відновлення досягає 4-5 і більше років. На лісосіках поступового і вибіркового рубання ґрунт пошкоджується удвічі менше, його втрати в декілька разів нижчі, а поверхневий стік зростає тільки на 10...25 %. Необхідно зазначити, що втрати ґрунту внаслідок головного рубання істотно залежать від рельєфу місцевості [9]. Зі збільшенням крутості схилу з 15...20° до 21...30° вони зростають приблизно в 1,5 раза, до 31...40° – більш ніж удвічі. Об'єм знесеного ґрунту із зростанням крутості схилу на кожних 10 градусів збільшується на 0,5 м³ – для тракторних доріг і на 2 м³ – для магістральних во-

локів (рис. 7). Із збільшенням довжини лісосіки з 100...200 до 201...400 м втрати ґрунту збільшуються майже в 2,5 рази, понад 400 м – в 3-3,5 рази. На опуклих схилах втрати ґрунту зростають, а на ввігнутих і на північних – зменшуються, подекуди в 1,2-2,0 рази.

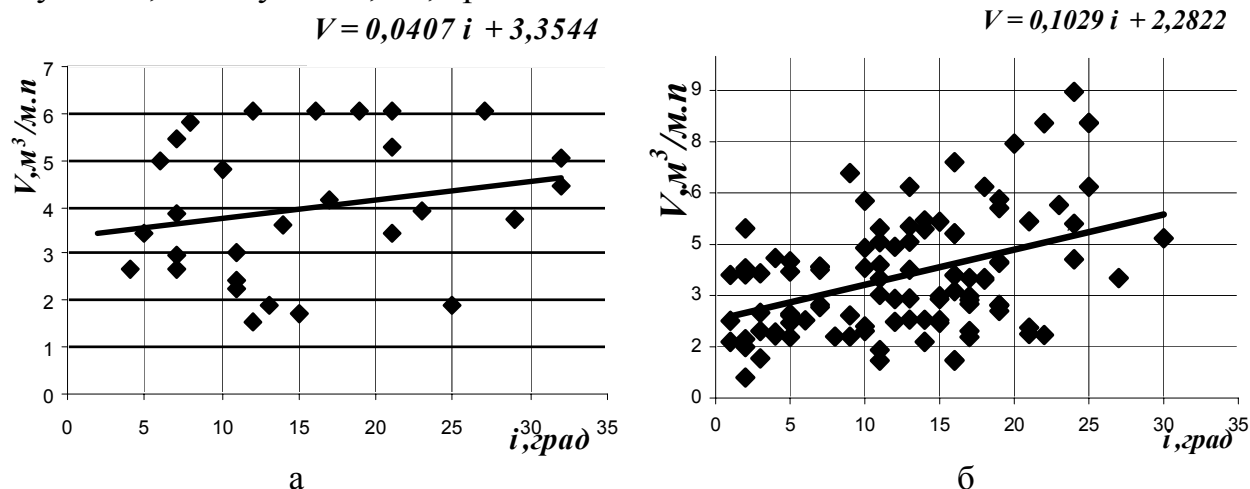


Рис. 7. Залежність об'єму знесеного ґрунту від крутості схилу (Горгани):
а – тракторні дороги; б – магістральні волюки

Із поширених способів трелювання деревини найбільшої шкоди завдає трелювання тракторами, особливо гусеничними, та наземне спускання деревини. Під час трелювання гусеничними тракторами площа пошкодженого ґрунту сягає 60...85 % від загальної площі лісосіки, об'єм знесеного ґрунту – 250...320, а подекуди – 520 м³/га, глибина пошкоджень 0,2...2 м, масово знищується підріст (до 90 %), особливо в разі безсистемного трелювання. Наземне трелювання ланковим устаткуванням, самоспуском і кінним транспортом у разі безсистемного спуску за площею пошкодженого ґрунту близьке до тракторного трелювання, об'єм знесеного ґрунту менший в 1,5-2 рази, площа збереженого підросту досягає 40...60 %. Під час заготівлі деревини на схилах гір внаслідок зростання схилової ерозії збільшується каламутність водостоків і погіршуються умови нерестилища риб. Змінюється також геосанітарний стан через погіршення якості поверхневих вод. Розмивання схилів відкладень посилює міграцію токсичних елементів.

Аналіз досліджень екологічних наслідків взаємодії лісотransпортних засобів із довкіллям дав змогу розподілити значення основних показників оцінки пошкоджень за ступенем шкоди, завданої природі (табл. 2).

Наведені в табл. 2 значення пошкоджень I і II категорій (малі і середні пошкодження) відповідають сприятливим геоморфологічним і ґрунтово-кліматичним природним умовам і залежать від більш вдалого (I категорія) чи менш вдалого (II категорія) вибору технології лісозаготівлі і типу лісотранспортного засобу (ширини лісосіки, мережі трелювальних волоків, способу трелювання – підвісний чи наземний, типу тракторного рушія тощо).

Ш і IV категорії пошкоджень (великі й особливо великі) зумовлені як складними природними умовами, так і недосконалою технологією і технікою лісозаготівлі (площею лісосіки та її розміщенням у лісовому масиві, типом та густотою лісових доріг, застосуванням ґрунторуйнівних гусеничних тракторів, непродуманою організацією робіт тощо).

Табл. 2. Розподіл пошкоджень за ступенем завданої шкоди

Назва показників	Категорія пошкоджень			
	I	II	III	IV
Геомеханічні порушення				
Середня глибина пошкоджень, м	< 0,1	0,1-0,3	0,3-0,7	> 0,7
Площа пошкодженої поверхні, %	< 10	10-30	30-70	> 70
Об'єм знятого ґрунту, м ³	< 50	50-100	100-200	> 200
Ґрунтово-гідрологічні порушення				
Об'єм змитого ґрунту, м ³	< 50	50-150	150-350	> 350
Збільшення поверхневого стоку, %	< 5	5-20	20-50	> 50
Збільшення каламутності води, разів	< 2	2-10	10-30	> 30
Фітоценотичні порушення				
Площа знищеного підросту, %	< 20	20-40	40-60	> 60
Втрати гумусу, %	< 5	5-15	15-35	> 35
Тривалість природного відновлення, роки	< 1	1-3	3-5	> 5

Аналіз впливу типу і параметрів лісотransпортного засобу на інтенсивність порушень дав змогу вибрати екологічно прийнятні технічні засоби лісозаготівлі залежно від характеристики рельєфу (ступеня ерозійності ґрунту), крутості схилу і тримальної здатності ґрунту (табл. 3). У випадку застосування природоохоронних технологій і технічних засобів та дотримання правил організації й виконання лісозаготівельних робіт ступінь шкоди, завданої довкіллю внаслідок використання рекомендованих технічних засобів у визначених геоморфологічних умовах, відповідає I і II категоріям пошкоджень (малі і середні) у тих межах значень, які узгоджуються з вимогами наявних правил рубання.

Табл. 3. Екологічно прийнятні лісотransпортні засоби для умов Українських Карпат

Рельєф (ступінь ерозійності ґрунтів за В. Пешком)	Крутість схилу, град.	Тримальна здатність ґрунту, кПа			
		висока > 80	середня 60-80	низька 40-60	дуже низька < 40
Дорівнює (стійкі і середньос- тійкі, групи I і II)	пологий < 9	трелювальники (скідери) сортиментовози (форвардери)			гусеничні форвардери
	спадистий 9 – 17	трелювальники форвардери		форвардери, лінво- підвісні системи	
Недорівнює	стрімкий > 17	лінво-підвісні системи			
Складний – закриті масиви, глибокі ущелини, різкорозчленований ландшафт (або малос- тійкі й нестійкі до ерозії ґрунти, групи III і IV)		лінво-підвісні системи повітроплавальні апарати			

Примітка: Вибір моделі і шин наземного лісотransпортного засобу здійснюється відповідно до наявної на експлуатаційній ділянці тримальної здатності ґрунту. Для вибору моделі форвардера можна скористатися даними проекту ECOWOOD Partnership, 2002 про залежність тиску на ґрунт від колісної формули і наявності гумової гусениці на спарених колесах: 4×4 – 80...100 кПа, 6×6 – 70...80 кПа, 6×6 з гумовою гусеницею – 50...60 кПа, 8×8 – 50...60 кПа, 8×8 з гумовою гусеницею – 40...50 кПа.

Висновки

1. Лісотransпортні засоби в Українських Карпатах на всіх етапах транспортного освоєння лісосировинних ресурсів відзначалися своїми особливостями, зумовленими природними умовами і етнокультурними особливостями краю. Серед них своєрідні і досконалі знаряддя праці (різні типи сокир, цапіни, грифи, кончаки, кіхті), пристосування для транспортування деревини тваринами (підсанки, сани, вози) і самоспуском (земляні і водяні ризи), потужні гідротехнічні споруди (греблі, технічні засоби для навантаження, кріплення і утримання пакетів деревини на рухомому складі лісовозних доріг).

2. Багатовікове виснажливе лісокористування часто без дотримання екологічних норм порушили гірські екосистеми і призвели до зниження водохоронно-захисної ролі лісів і посилення ерозійних процесів. Це обумовлює потребу з особливою відповідальністю підходити до розроблення концептуальних засад господарювання у строгій відповідності з екологічними вимогами, усвідомлюючи свій обов'язок перед майбутніми поколіннями за збереження довкілля і етнокультурного ландшафту карпатських субетносів.

3. Для зменшення ерозійно-денудаційних наслідків лісозаготівлі під час організації транспортних процесів у гірських умовах треба виходити з таких міркувань:

- звуження ширини лісосіки до 30...50 м призводить до скорочення довжини косогірних ходів трелювального волоку, що помітно зменшує довжину дренування (підсікання) схилового стоку та відповідно ерозійну небезпеку;
- дотримання правил трелювання деревини заздалегідь підготовленими волоками (для збереження підросту), їх розміщення на схилах уздовж лінії пролягання чи під кутом до неї до 30°, збереження "відбійних дерев" у місцях повороту волоків тощо істотно знижує ерозійні втрати;
- використання на рівних пологіх і спадистих схилах з ґрунтами, стійкими до ерозії, звалювальних (харвестерів) і трелювальних машин на колісній базі, а на стрімких (звичайно нерівних) схилах лінво-підвісних трелювальних засобів у комплексі з кінним підтрелюванням забезпечує за наявності лісової дороги посередині схилу довжиною понад 400 м та належної організації робіт прийнятний рівень екологічних пошкоджень, що відповідає правилам рубання;
- наявність густої мережі лісових доріг (>16 м/га) на стрімких схилах зумовлює ефективне використання лінвового устаткування в разі поступового та вибіркового рубання, що істотно послаблює процеси ерозії ґрунту;
- наземне трелювання в умовах малостійких до ерозії сильнокам'янистих бурих лісових ґрунтів (скелетністю 75...85 %) і тим більше нестійких до ерозії буро-земних "підвішених" ґрунтів з незначним вмістом дрібнозему неприпустиме, бо спричиняє перетворення верхніх горизонтів таких ґрунтів у кам'яні розсипища.

4. Вибір лісотransпортних засобів для роботи на похилій поверхні здійснюється залежно від параметрів базової машини, ухилу місцевості і властивостей опорної поверхні. Лісосічні транспортні системи на базі колісних машин повинні використовуватися на ґрунтах з тримальною здатністю понад 85 кПа на ухилах до 16-18 град (перспективні – до 20-22 град [6]). На ґрунтах з низькою тримальною здатністю (40-70 кПа) доцільно використовувати лісосічні харвестери на гусеничній базі або ручне звалювання, а трелювання потрібно здійснювати лінвовим обладнанням чи літальними апаратами.

ми. Перспективні конструкції гусеничних машин можуть експлуатуватися на ухилах до 27 град. [6]. Колісні та гусеничні транспортні засоби постійно вдосконалюються. Покращення загального компонування лісової машини, нові конструктивні матеріали шин та гнучких гусениць дають змогу істотно підвищувати їх прохідність і понизити негативний вплив на опорну поверхню. Адаптовані контролювальні системи лісових машин зможуть змінювати параметри колісних та гусеничних рушіїв залежно від ґрунтових умов, навантаження та виконуваної роботи. Створення крокувального рушія зі штучним інтелектом дасть змогу розширити діапазон наземної гірської лісозаготівлі (зокрема, довести верхню межу доланого ухилу до 45 град.).

Література

1. Нестор Библюк, Марко Библюк. Екологічні аспекти гірської лісозаготівлі. – Праці НТШ, том. 2, 1998. – С. 586-600.
2. Нестор Библюк, Михайло Глушко. Лісотransпорт у гуцульських Карпатах// Історія Гуцульщини. – Львів: Каменяр. – 1999, том 4. – С. 256-299.
3. Нестор Библюк, Іван Ковальчук, Олег Стиранівський Екологічні проблеми Гуцульських Карпат та шляхи їх вирішення// Історія Гуцульщини. – Львів: Логос. 2001, том 6. – С. 540-570.
4. Beneš K. Železnice na Podkarpatske Rusi// Nadatur, Praha – 1995. – 161 p.
5. Wendelin V. Karpatendampf. Schmalspurbahnen in Ostgalizien. Band 1// Verlagshaus AFISHA, Lemberg – 2002 – 236 p.
6. Hainimann H.R. Ground-based Harvesting Technologies for Steep Slopes. International Mountain Logging and 10th Pacific Northwest Skyline Symposium, Corvallis, OR. – 1998.
7. Генсірук С.А., Фурдичко О.І., Боднар В.С. Історія лісівництва в Україні. – Львів, 1995. – 422 с.
8. Горшенін М.М., Пешко В.С. Ерозія гірських лісових ґрунтів та боротьба з нею. – Львів, 1972. – 148 с.
9. Круцик М.Д., Грицюк Л.В., Грицюк О.Л. та ін. Захист гірських автомобільних доріг від зсувів. – Коломия: ПП "Галдорпрогрес", 2003. – 425 с.
10. Поляков А.Ф. Влияние главных рубок на почвозащитные свойства буковых лесов. – М.: Лесн. пром-сть, 1965 – 174 с.

Prof. Adolf JANEČEK – Czech University of Agriculture in Prague, Czech Republic; Prof. Milan MIKLEŠ – Technical University in Zvolen, Slovakia

RATIONALISATION OF MOBILE TERRAIN SYSTEM FROM POINT OF VIEW OF ECOLOGICAL CLEANLINESS OF WORK

In this paper is evaluated an optimal constructional and operating performance of mobile terrain system, that work in forest ecosystem, from point of view of volume of processed biomass and total amount of logging-transportation erosion. A monitored terrain system, working in forest industry, is considered as manufacturing system, with its material and energetic flow. The determination value, that optimise the manufacturing system, is operating and constructional performance.

In this paper is evaluated the amount of erosion in dependence on volume of cutted mass, by means of mathematics, and from system point of view. The conditions for mobile terrain system work, that ensure optimal, i.e. minimal value of erosion will be determined. The theoretical results are verified. The optimal values of soil erosion are determined by experimental measurements. The principles of paper are based on theses of ecological synthesis that determine coupling between dissipative energy of manufacturing system and its ecological cleanliness of work.

Keywords: mobile terrain system, forest ecosystem, mathematical simulation.